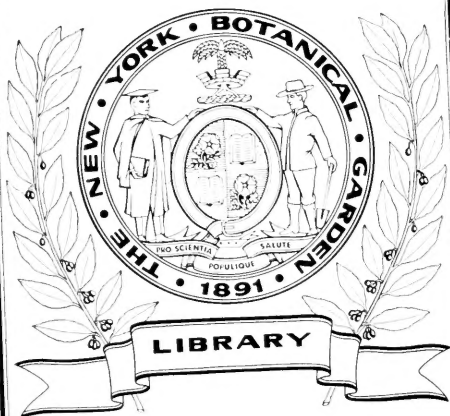
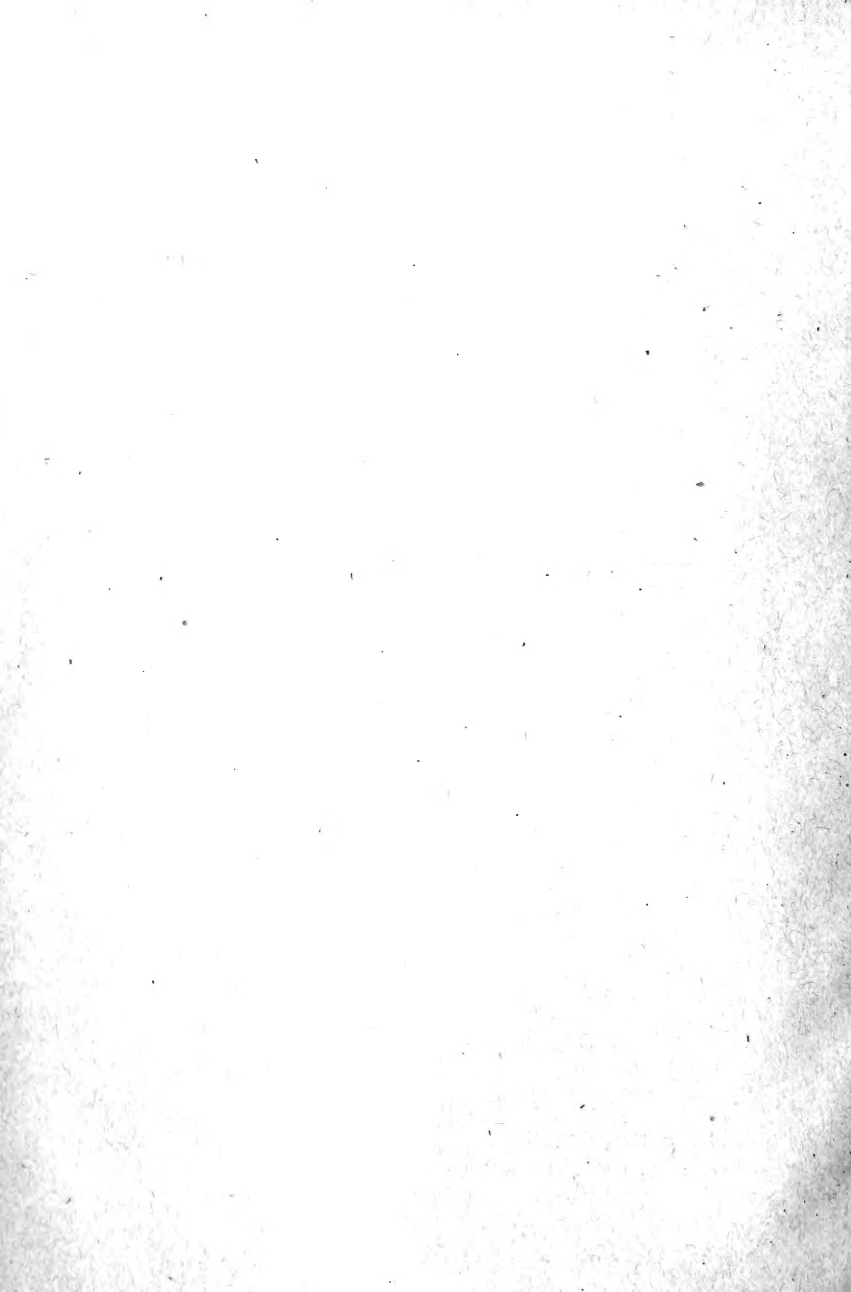


XM
.03

vol. 19
1918







580.5
Z 34

ZEITSCHRIFT
FÜR
INDUKTIVE ABSTAMMUNGS-
UND
VERERBUNGSLEHRE

HERAUSGEGEBEN VON

E. BAUR (POTSDAM), **C. CORRENS** (DAHLEM-BERLIN), **V. HAECKER** (HALLE),
G. STEINMANN (BONN), **R. v. WETTSTEIN** (WIEN)

REDIGIERT VON

E. BAUR (POTSDAM)

XIX. Band
1918

LEIPZIG
VERLAG VON GEBRÜDER BORNTRAEGER
1918

Inhalt

I. Abhandlungen

	Seite
Kießling, L. , Über eine Mutation in einer reinen Linie von <i>Hordeum distichum</i> L.	
II. Mitteilung: Bastardierungsversuche	149—159
— Einige besondere Fälle von chlorophylldefekten Gersten	160—176
Lenz, Fritz , Alternative Modifikationen bei Schmetterlingen. II. Mitteilung	304—309
Raunkiaer, C. , Über den Begriff der Elementarart im Lichte der modernen	
Erblichkeitsforschung	225—240
Stark, P. , Die Blütenvariationen der Einbeere	241—303
Vogtherr, Karl , Über die theoretischen Grundlagen des Variabilitäts- und	
Deszendenzproblems	39—72
de Vries, Hugo , Kreuzungen von <i>Oenothera Lamarckiana</i> mut. <i>velutina</i> . .	1—38

II. Kleinere Mitteilungen

Baur, Erwin , Mutationen von <i>Antirrhinum majus</i>	177—193
Haecker, V. , Die entwicklungsgeschichtliche Vererbungsregel in der Völker-	
kunde	73—78
Ubisch, G. v. , Kritische Betrachtungen zur Hypothese der primären und	
sekundären Koppelung	193—201

Sammelreferat

Hertwig, Paula , Keimesschädigung durch physikalische und chemische Ein-	
griffe	79—88

III. Referate

Adametz, L. , Studien über die Mendelsche Vererbung der wichtigsten Rassen-	
merkmale der Karakulschafe bei Reinzucht und Kreuzung mit Ram-	
bouillets (Haecker)	115
Bauer, Julius , Die konstitutionelle Disposition zu inneren Krankheiten	
(Haecker)	98
Beijerinck, M. W. , De enzymtheorie der erfelijkheid (Tammes)	202
— The enzyme theorie of heredity (Tammes)	202
Biffen, R. H. , The suppression of characters on crossing (Ellinger) . . .	218
Blakeslee, A. F. und Warner, D. E. , Correlation between egg-laying	
activity and yellow pigment in domestic fowl (Stein)	216

	Seite
Cragg, E. und Drinkwater, H. , Hereditary Absence of Phalanges through five Generations (van Bemmelen)	95
Dahlgren, K. V. O. , Eine acaulis-Varietät von <i>Primula officinalis</i> und ihre Erbliehkeitsverhältnisse (Rasmuson)	220
Drinkwater, H. , A Second Brachydactylous Family (Siemens)	96
Ebstein, Dr. Erich , Zur Polydaktylie in einem südarabischen Herrscher-geschlecht (Siemens)	207
Federley, Harry , Die Vererbung des Raupendimorphismus von <i>Chaerocampa elpenor</i> L. (Lenz)	215
Fischer, E. , 1916, Zur Frage der Vererbung der Empfänglichkeit von Pflanzen für parasitische Pilze (Schiemann)	136
Gates, R. R. , Heredity and mutation as cell phenomena (Sirks)	203
Haeckel, Hescheler, Eisig , Aus dem Leben und Wirken von Arnold Lang (Baur)	89
Haecker, Valentin , Über Gedächtnis, Vererbung und Pluripotenz (Sommer)	91
Haenicke, A. , 1916, Vererbungsphysiologische Untersuchungen an Arten von <i>Penicillium</i> und <i>Aspergillus</i> (Schiemann)	310
Hallquist, Carl , Brassicakreuzungen (Freudenberg)	221
— Ein neuer Fall von Dimerie bei <i>Brassica Napus</i> (Freudenberg)	222
Harrison, J. W. H. , Studies in the Hybrid <i>Bistoninae</i> (van Bemmelen)	124
Henckemeyer, A. , Untersuchungen über die Spaltungen von Weizenbastarden in der F_2 - und F_3 -Generation (v. Ubisch)	139
Heribert-Nilsson, N. , 1917, Eine Mendelsche Erklärung der Verlust-mutanten (Baur)	90
Honing, J. A. , Variabilität der bastaardsplitsing (Sirks)	204
Jeffrey, E. C. , 1916, Hybridism and the rate of evolution in Angiosperms (Baur)	134
Jennings, H. S. , The numerical results of diverse systems of breeding (Ellinger)	205
Johannsen, W. , Tilsyneladende arvelig Selektionsvirkning. (Scheinbare erbliche Selektionswirkung.) (Ellinger)	217
Kapteyn, J. C. , Skew frequency curves in Biology and Statistics (Tammes)	205
Kießling, L. , 1915, Untersuchungen über die Vererbung von Stickstoffgehalt und Korngröße der zweizeiligen nickenden Gerste (Schiemann)	141
— 1916, Über die Streifenkrankheit der Gerste als Sorten- und Linien-krankheit (Schiemann)	141
Krause, A. , Polydaktylie auf Sardinien (Siemens)	207
Küster, E. , Über Anthocyanzeichnung und Zellenmutation (Stein)	220
— Die Verteilung des Anthocyans bei <i>Coleus</i> -Spielarten (Stein)	220
Lange, L. , Serodiagnostische Untersuchungen über die Verwandtschaften innerhalb der Pflanzengruppe der Ranales (Stein)	134
Lenz, Dr. Fritz , Eine Erklärung des Schwankens der Knabenziffer (Siemens)	208
Liehr, O. , Ist die angenommene Verwandtschaft der <i>Helobiae</i> und <i>Poly-carpicae</i> auch in ihrer Zytologie zu erkennen? (Tischler)	133
MacBride, E. W. and Jackson, Miss A. , The inheritance of colour in the Stick-insect (Tammes)	215
Malinowski, E. , 1916, On the inheritance of some characters in the Radishes (Schiemann)	223

	Seite
Malinowski, E. , 1916, Über die durch Kreuzung hervorgerufene Vielförmigkeit beim Weizen (Schiemann)	219
Metz, Charles W. , Chromosome Studies on the Diptera (Federley)	211
Mez, C. und Lange, L. , Serodiagnostische Untersuchungen über die Verwandtschaft innerhalb der Pflanzengruppe der Ranales (Stein)	134
— und Prenß, A., A. , Serodiagnostische Untersuchungen über die Verwandtschaft innerhalb der Pflanzengruppe der Parietales (Stein)	135
Miles, Frank C. , A genetic and cytological study of certain types of albinism in Maize (Tammes)	142
Mitsubaru Jshikawa, A List of the number of chromosomes (Tischler)	125
Nilsson-Ehle, H. , 1915, Gibt es erbliche Weizenrassen mit mehr oder weniger vollständiger Selbstbefruchtung? (Schiemann)	140
Onslow, H. , A contribution to our knowledge of the chemistry of coatcolour in animals and of dominant and recessive whiteness (Tammes)	211
Ortlepp, Karl , Monographie der Füllungserscheinungen bei Tulpenblüten (Lehmann)	143
Overton, J. B. , Artificial Parthenogenesis in Fucus (Stein)	312
Pellow, Caroline und Durham, Florence M. , The genetic behaviour of the hybrid <i>Primula Kewensis</i> , and its allies (Ellinger)	219
Prenß, A. , Serodiagnostische Untersuchungen über die Verwandtschaft innerhalb der Pflanzengruppe der Parietales (Stein)	135
Pannett, Reginald Crundall , Mimicry in Butterflies (Federley)	213
Punnett, R. C. , Reduplication series in sweet peas (Tammes)	143
Roemer, Th. , Über die Befruchtungsverhältnisse verschiedener Formen des Gartenkohles (<i>Brassica oleracea</i> L.) (Freudenberg)	222
Rosén, D. , Zur Theorie des Mendelismus (Rasmuson)	207
Rosenberg, O. , Die Reduktionsteilung und ihre Degeneration in <i>Hieracium</i> (Tischler)	130
Sahli, G. , 1916, Die Empfänglichkeit von Pomaceenbastarden, -Chimären und intermediären Formen für Gymnosporangien (Schiemann)	136
Schaxel, J. , Über den Mechanismus der Vererbung (Gerschler)	89
Semon, Richard , Die Fußsohle des Menschen (Siemens)	209
Shull, A. Franklin , Periodicity in the production of males in <i>Hydatina senta</i> (Gerschler)	110
— and Ladoff, Sonia , Factors affecting male-production in <i>Hydatina</i> (Gerschler)	110
Siemens, Hermann W. , Das Erfindergeschlecht Siemens (Lenz)	95
— Biologische Terminologie und rassenhygienische Propaganda (Baur)	311
— Die biologischen Grundlagen der Rassenhygiene und der Bevölkerungspolitik (Baur)	312
Straus, H. , Dominanz und Rezessivität bei Weizenbastarden (v. Ubisch)	139
Surface, F. M. , 1916, A note on the inheritance of eye pattern in beans and its relation to type of vine (Schiemann)	314
Tammes, Tine , Die gegenseitige Wirkung genotypischer Faktoren (Stomps)	224
Tanaka, Yoshimare , Genetic Studies on the Silk worm (Federley)	210
Tschermak, E. v. , Über den gegenwärtigen Stand der Gemüsezüchtung (Rasmuson)	313

	Seite
Werber, E. J. , 1915, Is pathological metabolism in the parental organism responsible for defective and monstrous development of the offspring? (Haecker)	97
— 1915, Experimental studies aiming at the control of defective and monstrous development (Haecker)	97
— 1915, Further Experiments aiming at the control of defective and monstrous development (Haecker)	97
— 1916, Blastolysis as a morphogenetic factor in the development of monsters (Haecker)	97
— 1916, On the blastolytic origin of the „independent“ lenses of some teratophthalmic embryos and its significance for the normal development of the lens in vertebrates (Haecker)	97
White, O. E. , 1916, Inheritance Studies in <i>Pisum</i> (Schiemann)	313
Winge, O. , Studier over Planterigets Chromosomal og Chromosomernes Betydning (Tischler)	126
Wrzosek, Adam und Maciesza, Adolf , Über die Entstehung, den Verlauf und die Vererbung der durch Rückenmarksverletzung hervorgerufenen Meerschweinchen-Epilepsie (Siemens)	109
Zederbauer, E. , 1915, Untersuchungen über das Gelingen von Bastardierungen zwischen ungleichalterigen Individuen von <i>Pisum sativum</i> (Schiemann)	138
— 1917, Alter, Vererbung und Fruchtbarkeit (Schiemann)	138

— — —

BAND XIX HEFT 12

MARZ 1918

ZEITSCHRIFT
FÜR
INDUKTIVE ABSTAMMUNGS-
UND
VERERBUNGSLEHRE

HERAUSGEGEBEN VON

E. BAUR (BERLIN), C. CORRENS (DAHLEM-BERLIN), V. HAECKER (HALLE),
G. STEINMANN (BONN), R. V. WETTSTEIN (WIEN)

REDIGIERT VON

E. BAUR (BERLIN)

LEIPZIG
VERLAG VON GEBRÜDER BORNTRAEGER

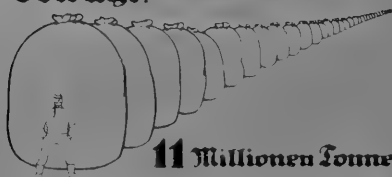
1918



Z.L.

Deutschlands jährliche Rohförderungs

beträgt:

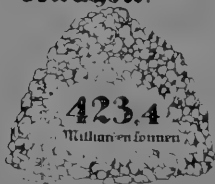


11 Millionen Tonnen

- die Gesamtförderung aller übrigen Länder nur:

Deutschlands Rohlenlager

betragen:



Englands:



Auf solchen Wirtschaftsfräften beruht die Sicherheit
der Kriegsanleihen - darum **zeichnen!**

Kreuzungen von *Oenothera Lamarckiana* mut. *velutina*.

Von Hugo de Vries.

(Eingegangen am 8. Februar 1917.)

Aus Samen von 1904 entwickelte sich in meinem Garten im Jahre 1908 eine neue sehr auffallende Form, welche anfangs den Namen *Oenothera Lamarckiana* mut. *blandina* erhielt, aber später, als ihre erblichen Eigenschaften bekannt wurden, als Synonym dazu mut. *velutina* genannt wurde¹⁾. Sie verhält sich zu der Mutterart ähnlich wie die Bastarde *Velutina* zu ihren Zwillingen *Laeta*. Äußerlich ist sie weit von der Mutterform verschieden, und zwar in einer ganzen Reihe von Merkmalen. Sie ist schlank, hat schmale, der Länge nach etwas eingerollte Blätter ohne Buckeln und eine lange und lockere Blütenrispe, deren Internodien etwa doppelt so lang sind und gerundete anstatt viereckig-trichterförmige Blüten tragen. Alle Organe sind grauhaarig und die Gewebe sind reich an rotem Farbstoff. Sie sieht der *O. rubrinervis* viel ähnlicher als der *O. Lamarckiana*, ist aber nicht spröde, wie jene. Außerdem hat sie zwei, für das Studium der Mutabilität sehr wichtige Eigenschaften. Einerseits fehlen ihr die tauben Samen, welche bei *O. Lamarckiana* etwa die Hälfte der Ernte ausmachen, und andererseits gibt sie nach Kreuzungen mit anderen Arten nicht die Zwillinge *Laeta* und *Velutina*, sondern einförmige Bastarde vom letzteren Typus. Dafür hat sie das Vermögen Zwillinge hervorzurufen, wenn sie mit der Mutterart oder mit deren Mutanten gekreuzt wird.

¹⁾ *Oenothera Lamarckiana* mut. *velutina*, Botan. Gazette T. LXIII, 1917, Tafel I.

Mit dieser erblichen und konstanten Rasse habe ich eine Reihe von Kreuzungen angestellt, über welche bereits a. a. O. berichtet wurde. Im Jahre 1916 habe ich dann die betreffenden Bastardrassen fortgesetzt und zur Vervollständigung meiner Studien die Samen von neuen, in 1915 gemachten Bastardierungen ausgesät. Über beide Gruppen werde ich hier berichten.

A. Kreuzungen mit *Oenothera Lamarckiana* und *Oenothera Lamarckiana nanella*.

Wenn man *Oenothera Lamarckiana* mit *O. blandina* kreuzt, entstehen in nahezu gleichen Verhältnissen zwei Bastardtypen, deren einer der *Blandina* äußerlich gleich ist, deren anderer in der Tracht und den meisten Merkmalen der *Lamarckiana* entspricht. Untersucht man die Keimfähigkeit der Samen, so sind jene der *Blandina*-ähnlichen Bastarde durchaus gut. Unter den übrigen gibt es aber einige, welche gleichfalls fast nur gut gefüllte Samen haben, und andere, deren Samen etwa zur Hälfte taub sind. Die Spaltung findet somit nicht nur in zwei, sondern wenigstens in drei Typen statt, ähnlich wie bei den Bastarden von *Oenothera Lamarckiana mut. lata* mit anderen Arten. Ich betrachte die beiden Haupttypen als den üblichen Hybriden analog und bezeichne sie somit wie diese als *Laeta* und *Velutina*; sie stellen die reinen Vorbilder der Zwillinge dar, welche sonst nur nach Artkreuzungen in Bastardform auftreten. Die beiden Formen der *Laeta* werde ich hier eingehend behandeln und aus diesem Grunde mit besonderen Namen belegen. Jene mit durchaus vollen Samen nenne ich *rediviva*, die andere mit zur Hälfte tauben Samen aber *letalis*.

Die Kreuzungen *O. blandina* \times *Lamarckiana*, *O. Lamarckiana* \times *blandina* und *O. blandina* \times *O. Lamarckiana nanella* hatten dieselben Haupttypen *Laeta* und *Velutina* gegeben und zwar in Verhältnissen, welche nicht wesentlich voneinander abwichen. Ich fand im Mittel 45% *Laeta* und 55% *Velutina*. Ich habe in 1915 auch die Verbindung *O. Lamarckiana nanella* \times *blandina* gemacht, erzog 70 Keimlinge in 1916 und fand 23 *Blandina*, 44 *Laeta* und 3 Mutanten. Also 33% *blandina*, eine Zahl, welche als nicht wesentlich von den früheren abweichend zu betrachten ist.

Der Übersichtlichkeit halber stelle ich hier die gefundenen Zahlen nochmals zusammen.

Erste Generation der Kreuzungen von *O. blanda*.

Kreuzung	Prozent	<i>blanda</i>	Mittel
<i>O. Lamarckiana</i> × <i>blanda</i>	67	78 }	59
<i>O. nanella</i> × <i>blanda</i>	33	— }	
<i>O. blanda</i> × <i>Lamarckiana</i>	46	59 }	41
<i>O. blanda</i> × <i>nanella</i>	26	33 }	
Mittel von allen	—	—	49

Für die Nachkommen von *O. nanella* × *blanda* habe ich dann den Keimgehalt der Samen einiger *Laeta*-Exemplare bestimmt. Es geschah dieses in derselben Weise, wie unten für die *Laeta rediviva* angegeben werden wird. Ich prüfte für zehn selbstbefruchtete Exemplare je 100 Körner und fand in den einzelnen Proben 94—100, im Mittel 97% Keime. Da Exemplare mit weniger als 94% fehlten, kamen keine Pflanzen vom Typus *letal* vor. Ob diese aber stets fehlen, wenn *O. blanda* der Vater ist, muß weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben. Ich stelle die Ergebnisse von 1915 und 1916 wiederum zusammen.

Voller oder halber Keimgehalt der *Laeta*-Pflanzen der ersten Generation.

Kreuzung	Anzahl der Exemplare mit	
	vollem Keimgehalt (<i>laeta rediviva</i>)	halbem Keimgehalt (<i>laeta letalis</i>)
<i>O. Lamarckiana</i> × <i>blanda</i>	5	0
<i>O. nanella</i> × <i>blanda</i>	10	0
<i>O. blanda</i> × <i>Lamarckiana</i>	4	1
<i>O. blanda</i> × <i>nanella</i>	2	5

Aus den beiden letzteren Kreuzungen entstehen somit etwa gleichviel Pflanzen von beiden Typen.

Da aber die beiden Haupttypen (*Laeta* und *Velutina*) für die vier einschlägigen Kreuzungen dieselben sind, werde ich die folgenden Generationen für jeden Typus getrennt behandeln, und fange mit dem einfachsten an.

Die Nachkommen der Bastarde vom Typus *Blanda* aus den beiden Kreuzungen von *Mut. blanda* und *O. Lamarckiana* waren

durchaus einförmig und der Mutter gleich. Solches war bereits Ende März völlig klar, und die Kulturen wurden dann auch nicht weiter beibehalten. Sie umfaßten die folgenden Anzahlen von Individuen. Es waren für jeden Fall die Samen von zwei selbstbefruchteten Bastarden getrennt ausgesät worden.

Einförmige Nachkommenschaft von *O. hybr. blandina*.

Kreuzung	Generation <i>Blandina</i>	Nachkommen von	
		Nr. 1	Nr. 2
<i>O. Lamarckiana</i> × <i>blandina</i>	1. Gen.	39	137
<i>O. blandina</i> × <i>Lamarckiana</i> , A	1. Gen.	127	129
" " B	2. Gen.	150	150
" " C	2. Gen.	141	127

Die Kreuzungen waren 1913 gemacht worden. Die Aussaat hatte für die erst genannte Kreuzung 1915 und für die zuletzt genannte sowohl 1915 (A) als auch 1914 stattgefunden. Die zweite Generation von B bezieht sich auf *Blandina*-Pflanzen, welche in dem zweiten Jahre aus *Laeta* hervorgegangen waren; die Gruppe C aber auf *Blandina*-Pflanzen, deren Eltern in 1914 gleichfalls *Blandina* waren. Im ganzen wurden 1000 Nachkommen von acht *Blandina*-Pflanzen ausgezählt, ohne daß eine Abweichung vom elterlichen Typus beobachtet wurde.

Sind die Eltern aber *O. blandina* und *O. Lamarckiana nanella*, so kann eine Abspaltung von Zwergen erwartet werden, wie solche z. B. auch aus *O. (muricata* × *O. Lamarckiana nanella*) *velutina* stattfindet. Ich befruchtete zwei *Blandina*-Pflanzen in der ersten Generation der 1913 gemachten Kreuzung *O. blandina* × *nanella* mit dem eigenen Pollen und erhielt in 1916 die beiden folgenden Gruppen.

O. (blandina × *nanella*) *blandina*.

Mutter	Spaltung der 2. Generation		
	Anzahl Kinder	Zwerge	% <i>Nanella</i>
Nr. 1	80	22	27,5
Nr. 2	70	14	20

Mit Ausnahme zweier Individuen haben alle diese Pflanzen im Juli und August reichlich geblüht. Beim Anfang der Blüte erreichten die Zwerge eine Höhe von nur 20 cm, die übrigen aber 30—40 cm, und diese Differenz nahm seitdem regelmäßig zu. Die Blätter der Zwerge waren breiter und kürzer, sonst waren aber die Merkmale dieselben namentlich in bezug auf die Behaarung, die rote Farbe und die schlanke, schmalblättrige Tracht der *Velutina*.

Die gefundenen Zahlen, im Mittel etwa 24⁰%, entsprechen der Mendelschen Formel für die Monohybriden. Und da die Zwerge auch in anderen Fällen dieser Formel folgen (z. B. *O. gigas nanella* \times *gigas*; *O. Lamarekiana nanella* \times *suaveolens*), darf die Übereinstimmung hier wohl als beweiskräftig betrachtet werden.

Ich untersuchte auch die Nachkommenschaft der *Laeta* aus derselben Kreuzung, und zwar in drei *Laeta letalis* und zwei *Laeta rediviva*. Hier wurden aber keine Zwerge abgespalten, und die Verhältnisse sind somit doch nicht so einfach, wie in dem Falle einer reinen Mendel-Kreuzung¹⁾.

Die Nachkommen der Bastarde vom Typus *Laeta rediviva*. Wie bereits bemerkt wurde, unterscheiden sich die beiden *Laeta*-Typen in der ersten Generation äußerlich gar nicht. Erst ihre Samen begründen eine Differenz. Diese bestätigt sich dann bei der Kultur der Nachkommen.

Im Sommer 1915 hatte ich 15 blühende Pflanzen vom *Laeta*-Typus in der zweiten Generation einer Kreuzung von *O. blandina* \times *Lamarekiana*. Sie hatten alle, wie ihre Mutter, fast nur gut gefüllte Samen. Eine genaue Durchmusterung im Juli und August ergab aber Unterschiede in der Höhe der Stämme und in der Farbe der Belaubung. Ich konnte drei Typen trennen, einen hohen mit grünen Blättern, einen niedrigen mit braunroter Belaubung, und einen intermediären. Zum ersteren gehörten drei, zum zweiten fünf und zum dritten sieben Exemplare. Alle wurden künstlich selbstbefruchtet, und die Aussaat der Samen in 1916 hat die Richtigkeit meiner Unterscheidung bestätigt.

¹⁾ Auch für die Kreuzung *O. muricata* \times *O. Lamarekiana nanella* wurde eine Abspaltung von Zwergen nur aus der *Velutina*, nicht aber aus der *Lacta*, beobachtet (Gruppenweise Artbildung 1913, S. 219).

Diese Aussaat lehrte, daß der hohe grüne und der niedrige rote Typus konstant sind, daß aber die intermediären sich wiederum in dieselben drei Formen spalten. Das gilt aber für die *Laeta*-Exemplare, denn neben dieser werden von jedem Typus auch *Velutina*, d. h. *Blandina* abgespalten, und diese zeigen die fragliche Trennung nicht.

Ich gebe zunächst den ganzen Stammbaum meines Versuches:

Kreuzung 1913	1. Generation 1914	2. Generation 1915	3. Generation 1916
<i>O. blandina</i> × <i>Lamarckiana</i>	<i>blandina</i>	einförmig	einförmig
	<i>(laeta letalis)</i>		
	<i>laeta rediviva</i>	<i>blandina</i>	einförmig
		<i>laeta</i> , grün	<i>laeta</i> , grün
		<i>laeta</i> , rot	<i>blandina</i>
			<i>laeta</i> , rot
			<i>blandina</i>
		<i>laeta</i> , interm.	<i>laeta</i> , grün
			<i>laeta</i> , rot
			<i>laeta</i> , interm.
			<i>blandina</i>

Die *laeta letalis* füge ich hier nur der Vollständigkeit halber ein. Es wurden in 1914 nur von zwei Pflanzen Samen geerntet, und die *letalis* lernte ich erst 1915 bei einer Wiederholung der Kultur kennen. Hohe Gestalt und grüne Belaubung haben sich in meinem Versuche nicht getrennt, ebenso verhielten sich die niedrige Gestalt und die rotbraune Farbe wie untrennbar.

Die 15 Aussaaten 1916 geschahen jede in einer Schüssel. In dieser waren die beiden Haupttypen *Laeta* und *Blandina* Ende März ausreichend scharf zu erkennen; die zweifelhaften Exemplare wurden mit den *Laeta*-Pflanzen pikiert und Ende Mai beurteilt. Dennoch dürften Exemplare vom *Laeta*-Typus übersehen sein, und die Zählung soll nur die Evidenz der Spaltung beweisen, nicht aber das numerische Verhältnis genau feststellen. Ich fand die folgenden Zahlen (s. Tabelle S. 7):

Aus den drei Schüsseln der hohen grünen Pflanzen wurden $29 + 99 + 24 = 148$ *Laeta*-Pflanzen ausgepflanzt und bis zum Blühen und Reifen der Früchte weiter kultiviert. Abgesehen von etwaigen

O. blandina × *Lamarckiana*, 3. Generation.
Spaltung in *Laeta* und *Velutina*.

Mütter 1915	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7	Mittel %
Grün und hoch								
Keimlinge	75	347	127					
% <i>blandina</i>	67	77	81					75
Rot und niedrig								
Keimlinge	139	120	225	177	166			
% <i>blandina</i>	88	87	89	92	95			90
Intermediär								
Keimlinge	136	170	190	153	170	140	129	
% <i>blandina</i>	93	91	90	91	92	87	87	90

Mutanten waren die Kulturen durchaus einförmig und zwar während des ganzen Sommers. Die Blätter waren ebenso breit wie die der *Lamarckiana*, aber flach und glatt, nahezu ohne Buckeln und von leuchtend grüner Farbe. Am Stengel fehlten die roten Punkte zwar nicht, doch waren sie nur wenige an der Zahl, etwa so wie bei *Lamarckiana*. Die Blütenrispen waren länger und reicher beblättert, d. h. die Brakteen größer als bei der Mutterart, das ganze Beet deshalb auffallend höher, namentlich im August.

Aus den fünf Aussaaten der niedrigen braunroten Pflanzen versetzte ich auf die Beete $16 + 15 + 25 + 14 + 9 = 79$ *Laeta*, welche sich, mit Ausnahme einer Mutante vom Typus *Lata*, als einförmig ergaben. Sie waren gleichhoch, Ende Juni bereits 20 cm niedriger als die grünen, und diese Differenz nahm während der Blüte zu. Die Blätter hatten dieselbe Breite, waren aber etwas länger zugespitzt und dem Hauptnerven entlang nahezu rechtwinklig gebogen. Dadurch machten sie den Eindruck schmal zu sein, und dieses Merkmal war sehr auffallend. Sie hatten dunkelgrüne Farbe und ziemlich viele Buckeln. Die Stengel waren rotbraun, namentlich im oberen, jüngeren Teile, infolge der zahlreich angehäuften roten Punkte.

Die sieben intermediären Pflanzen von 1915 lieferten mir $10 + 15 + 16 + 14 + 12 + 16 + 17 = 100$ *Laeta*-Pflanzen. In jeder Gruppe war die Spaltung in drei Typen deutlich, wie die folgenden Zahlen zeigen:

	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
Hohe grüne	2	3	4	1	1	6	5
Niedrige rote	3	3	4	4	3	5	3
Intermediäre	5	9	8	9	8	5	9

Zusammen 22 grüne, 25 rote und 53 intermediäre Exemplare. Die beiden ersteren Gruppen entsprachen den oben gegebenen Beschreibungen: die intermediären hatten im Juli die Form und die Falzung der Blätter, sowie die Höhe der roten, aber viel blässere Stengel. Im August näherten sie sich allmählich den grünen, und trennten sich schärfer von den roten. Als die letzteren 1,20 m an Höhe erreichten, waren die beiden anderen Gruppen bereits 1,80—2 m hoch. Doch erhielt sich die Übereinstimmung der Spaltungstypen mit den einförmigen grünen bzw. roten Beeten stets völlig.

Die Zahlen 22, 25 und 53 verhalten sich nahezu wie 1:1:2, und dasselbe war der Fall für die Kultur von 1915, welche 3 grüne, 5 rote und 7 intermediäre Pflanzen enthielt. Die Spaltung entspricht der Mendelschen Formel für die Monohybriden somit in ausreichender Weise. Die intermediären sind den *O. Lamarckiana* von reiner Abstammung zumeist zum Verwechseln ähnlich. Die rote Farbe und die niedrigere Gestalt sind aber Merkmale der *O. Lamarckiana* mut. *blandina*, und durch diese in die Kreuzung eingeführt. Sie fehlen der *Lamarckiana*, und die Anforderungen für eine Mendelkreuzung sind somit vorhanden. Weshalb Farbe und Gestalt sich bis jetzt nicht haben trennen lassen, muß aber für weitere Ermittlungen vorbehalten bleiben.

Von den drei Kreuzungen von 1913 habe ich, wie bereits gesagt, 1915 je eine erste Generation erzeugt. In diesen befruchtete ich je fünf *Laeta*-Pflanzen und es ergaben sich elf als *rediviva* und vier als *letal*. Die letzteren hatten eine einförmige Nachkommenschaft, die ersteren spalteten sich aber in einer unserem Stammbaume entsprechenden Weise. Ich zählte die *Blandina* im März und pflanzte fast nur *Laeta*-Pflanzen aus. Diese kultivierte ich bis zur Blüte und zum Ansatz der ersten Früchte, zählte sie aber im Anfang der Blütenperiode, als die Merkmale am schärfsten waren. Da die einförmigen Gruppen der dritten Generation zu derselben Zeit blühten und als Vergleichsmaterial dienen konnten, war die Trennung der Formen jetzt ausreichend leicht und scharf. Die Typen entsprachen den oben gegebenen Beschreibungen genau.

Ich fand die folgenden Zahlen:

Spaltungen in der zweiten Generation.

Kreuzung	<i>Laeta</i> <i>red- viva</i>	Keim- linge	% <i>blan- dina</i>	Ausgepflanzte <i>Laeta</i>			
				Rot	Interm.	Grün	Summe
<i>O. blandina</i> × <i>Lamarckiana</i>	A. Nr. 1	206	75	6	31	15	52
" "	Nr. 2	159	66	13	17	16	46
" "	Nr. 3	182	66	17	26	15	58
" "	Nr. 4	186	78	4	23	11	38
Zusammen		733	71	40	97	57	194
<i>O. blandina</i> × <i>nanella</i>	B. Nr. 1	198	79	7	22	12	41
" "	Nr. 2	203	71	8	29	12	49
Zusammen		401	75	15	51	24	90
<i>O. Lamarckiana</i> × <i>blandina</i>	C. Nr. 1	170	74	9	24	11	44
" "	Nr. 2	178	75	9	25	10	44
" "	Nr. 3	179	70	10	35	10	55
" "	Nr. 4	201	68	13	36	11	60
" "	Nr. 5	238	78	14	24	14	52
Zusammen		966	73	55	144	56	255

Die Zahlen für *Blandina* sind im Mittel 73%, also wiederum hoch, wie wir es auch für die dritte Generation gefunden haben. Die Spaltung der *Laeta* in hohe grüne, niedrige rote und intermediäre Exemplare nähert sich gleichfalls dem dort erhaltenen Ergebnis. Sie sind im Mittel und in Prozenten ausgedrückt die folgenden:

<i>Laeta</i> aus	Rot	Intermediär	Grün
<i>O. blandina</i> × <i>Lamarckiana</i>	21	50	29
<i>O. blandina</i> × <i>nanella</i>	17	57	26
<i>O. Lamarckiana</i> × <i>blandina</i>	22	56	22
Im Mittel	20	54	26

Die Spaltungen verlaufen somit, sowohl bei den verschiedenen Kreuzungen, als auch in den verschiedenen Generationen, nach demselben Schema.

Die Eigenschaft, fast nur keimhaltige Samen hervorzubringen, ist bei den *Laeta* keiner Spaltung unterworfen. Ich habe im Sommer 1916 eine Reihe von Exemplaren der zweiten Generation mit dem eigenen Blütenstaub befruchtet. Ich wählte dazu, im Juli, je fünf aufeinander folgende Blüten im unteren Teil der Hauptrispe, mischte die Samen der fünf so erhaltenen Früchte, und zählte je 100 Samen aus jeder Probe aus. Es wurde genau achtgegeben, daß keine kleinen Samen verloren gingen, doch waren die Proben sehr einförmig. Die Samen ließ ich nach dem Einweichen während vier Tage bei 30° C keimen, ohne sie einzupumpen, zählte die Keimlinge und ermittelte die Zahl der Keime in den übrigen Samen durch vorsichtiges Zerdrücken. Nur die Summen der keimhaltigen Samen sind in den folgenden Tabellen angegeben. In diesen habe ich nur die niedrigsten und höchsten Keimprozente, sowie die Mittel aufgenommen.

In der ersten Generation hatte ich von *O. (blandina × Lamarckiana) laeta* fünf Exemplare befruchtet: eins von ihnen war *letalis*, die vier anderen *rediviva*. Unter den Nachkommen dieser letzteren wählte ich jedesmal annähernd gleichviele Samenträger von jedem ihrer drei *Laeta*-Typen für meinen Versuch aus. Ich erhielt die folgenden Zahlen:

O. (blandina × Lamarckiana) laeta rediviva. Keimgehalt der Samen der *Laeta*-Pflanzen zweiter Generation.

Samenträger 1. Generation	Samenträger 2. Generation	Anzahl	Keimgehalt in je 100 Samen		
			Minimum	Maximum	Mittel
Nr. 1 . . .	rot	3	94	98	96
	intermediär	3	93	95	94
	grün	3	89	95	92
Nr. 2 . . .	rot	5	91	96	94
	intermediär	5	89	98	96
	grün	4	90	99	93
Nr. 3 . . .	rot	5	92	100	95
	intermediär	5	91	97	94
	grün	5	84	95	91
Nr. 4 . . .	rot	3	92	94	93
	intermediär	3	93	98	96
	grün	4	93	98	96

Im ganzen wurden somit 47 Exemplare geprüft und alle hatten den hohen Keimgehalt der *Laeta rediviva*.

Genau in derselben Weise prüfte ich die Nachkommen von zwei Pflanzen der ersten Generation von *O. blanda* \times *O. Lamarckiana nanella*. Die drei anderen Exemplare derselben Gruppe in 1913 waren *letal* gewesen.

O. (blanda \times nanella) laeta rediviva. Keimgehalt der Samen der *Laeta*-Pflanzen zweiter Generation.

Samenträger 1. Generation	Samenträger 2. Generation	Anzahl	Keimgehalt in je 100 Samen		
			Minimum	Maximum	Mittel
Nr. 1 . . .	rot	3	93	96	94
	intermediär	3	93	96	95
	grün	3	94	96	95
Nr. 2 . . .	rot	3	90	97	94
	intermediär	4	92	98	95
	grün	2	95	96	95

Im ganzen 18 Pflanzen mit 90—98%, im Mittel 95% keimhaltigen Samen. Die Tabelle bestätigt das Ergebnis der vorhergehenden.

Die *Laeta rediviva*-Pflanzen der ersten Generation haben somit, in bezug auf den Keimgehalt, eine einförmige, ihnen gleiche Nachkommenschaft. Die *Rediviva*-Eigenschaft, welche in den Großmüttern *O. blanda* vorhanden war, in den Großvätern *O. Lamarckiana* und *O. nanella* aber fehlte, spaltete sich somit in der zweiten Generation nach der Kreuzung nicht. Die inneren Zustände sind hier somit andere als in den gewöhnlichen Fällen der Mendelspaltung.

Eine sehr wichtige Frage ist die nach dem Mutationskoeffizienten dieser Bastarde. Von einigen Autoren ist eine Beziehung zwischen dem Vorkommen von etwa der Hälfte der Samen im tauben Zustande und dem Mutationsvermögen vermutet worden. Es wurde die Behauptung aufgestellt, daß die *O. Lamarckiana* gerade diesem Vermögen, oder doch wenigstens dessen Ursache, ihre große Mutabilität verdanke. Ich behalte mir vor, die theoretische Seite dieser Frage anderswo zu untersuchen, möchte aber hier darauf hinweisen, daß wir in der *O. (Lamarckiana \times blanda) laeta* ein Mittel besitzen, dieser Aufgabe auf rein empirischem Wege näher zu treten. Denn diese *Laeta* können wir einfach als eine *Lamarckiana* ohne taube Samen betrachten. Äußerlich sieht sie ihr so ähnlich, daß es manchmal schwierig sein dürfte, sie zu

erkennen, innerlich ist sie allerdings verschieden, da ihr die Konstanz der reinen Art mangelt. Man könnte die weitere Frage aufwerfen, ob diese Spaltbarkeit an der Stelle der Abspaltung tauber Samen den Mutationskoeffizienten beeinflussen könnte, aber die Antwort würde der theoretischen Seite des Problems angehören, und soll hier somit nicht versucht werden.

Rein empirisch betrachtet hat die *hybr. Laeta* ohne taube Samen nahezu dieselbe Mutabilität wie *O. Lamarckiana* selbst. Sie bringt wesentlich dieselben Mutanten, und im gleichen Prozentsatz hervor. Ich habe sie auf den Beeten während des ganzen Sommers genau kontrolliert; fast alle (mit Ausnahme von *Albida*) haben geblüht.

Ich fand für die elf Beete der vorigen Tabelle:

Mutanten aus *Laeta rediviva*.

<i>Laeta</i>	Mutanten	Anzahl	Prozent
A. Nr. 1	O P 2 E	4	3,5
Nr. 2		0	
Nr. 3	L S P	3	
Nr. 4		0	
B. Nr. 1	C	1	3,3
Nr. 2	O L	2	
C. Nr. 1		0	2,4
Nr. 2	P	1	
Nr. 3	2 C	2	
Nr. 4	N	1	
Nr. 5	N E	2	

Es bedeuten in dieser Tabelle: O = *Oblonga*, S = *Semigigas*, L = *Lata*, C = *Scintillans*, P = *Pallescens*, N = *Nanella*, E = *Erythrina*.

Die Prozentsätze sind höher als für *O. Lamarckiana* ($1-2\%$), aber es wurden hier die neueren Mutanten *Pallescens*, *Erythrina* und *Semigigas* mitgezählt, welche früher noch nicht erkannt worden waren. Rechnet man diese nicht mit, so hat man im ganzen neun Mutanten auf $539 + 16 = 555$ Individuen, oder etwa $1,6\%$. Jedenfalls ist es klar, daß die Mutabilität bestehen bleibt, auch wenn das Vermögen, zur Hälfte taube Samen hervorzubringen, verloren geht.

Würde man es vorziehen, nicht die Summe der *Laeta* als Grundlage für die Berechnung zu nehmen, sondern die *Blindina* mitzurechnen,

so bekommt man 16 Mutanten (bezw. 9) auf 2100 Individuen oder 0,8 und 0,5%. Unsere Schlußfolgerung würde dadurch aber nicht wesentlich geändert werden, namentlich weil unter den *Blandina* die Mutanten nicht ermittelt worden sind.

In der oben beschriebenen dritten Generation wurden auf den 148 grünen hohen Pflanzen 1 N, 2 S, 1 P und 2 Exemplare mit sehr schmalen Blättern gefunden. Rechnet man diese letzteren nicht mit, so hat man 2,7% Mutanten. Unter den 79 braunroten fand ich eine prachtvolle *Lata*, welche selbst braunrot war, und unter den 100 Intermediären, 1 N und 2 S, oder 3%. Das Mutationsvermögen war also in der dritten Generation jedenfalls nicht kleiner als in der zweiten. Die betreffenden Mutanten haben sämtlich geblüht: die *Semigigas* waren mit dem eigenen Pollen steril oder nahezu steril und führten, soweit untersucht, 21 Chromosomen in ihren Kernen.

Von einigen der angeführten Mutanten wurden im Jahre 1917 Samen ausgesät, um eine zweite Generation zu beobachten. Die wenigen Samen der mut. *Semigigas* ergaben sich dabei als nicht keimfähig. Die Nachkommen der beiden *Nanella* waren ausnahmslos Zwerge (43 und 130 zumeist blühende Exemplare), spalteten sich aber in 36—37% *Laeta*-Zwerge und 63—64% *Blandina*-Zwerge. Die Nachkommen der drei *Lata*-Pflanzen ergaben, nach Befruchtung mit dem Pollen einer ihrer *Laeta*-Schwestern, auf $80 + 140 + 97 = 317$ Pflanzen: 32—39—42% *Laeta*, 33—33—32% *Blandina*, 11—26—21% *Lata* und 4—2—4% verschiedener Mutanten, oder im Mittel 38% *Laeta*, 39% *Blandina*, 19% *Lata* und 3% Mutanten. Die vier *Palleseens* ergaben auf $100 + 96 + 100 + 100 = 396$ Exemplaren 3—8—9—10% *Palleseens*, 7—38—34—31% *Laeta*, 89—51—53—57% *Blandina* und 1—3—3—2% *Laeta*-Zwerge, oder im Mittel etwa 8% *Palleseens*, 28% *Laeta*, 62% *Blandina* und 2% Zwerge. Es fällt auf, daß hier das numerische Verhältnis zwischen *Laeta* und *Blandina* mit den oben angeführten Zahlen übereinstimmt und daß im übrigen die Erblichkeitsverhältnisse dieselben sind wie sonst bei den gleichnamigen Typen. Dagegen lieferten die beiden *Seintillans* einförmige Kulturen von 40 und 55 Exemplaren, in denen die sonst üblichen *Lamarckiana*, *Oblonga* und andere Mutanten durchaus fehlten. Dieser neue Typus soll deshalb später ausführlicher untersucht werden.

Die Nachkommen von *Laeta letalis* bedürfen einer ausführlichen Besprechung nicht. Sie waren einförmig, ohne *Blandina* und ohne eine Spaltung in grüne, rote und intermediäre Exemplare. Die

vier Kulturen umfaßten $104 + 107 + 120 = 451$ Keimpflanzen, welche alle *Laeta* waren zu der Zeit, als in den anderen der Prozentgehalt an *Blandina* bestimmt wurde. Es wurden $54 + 52 + 61 = 225$ *Laeta* ausgepflanzt und bis zur Blüte und Fruchtreife kultiviert. Sie waren einformig mit den Merkmalen der intermediären Bastarde der anderen Kulturen. Sie waren der *O. Lamareckiana* fast genau gleich, und da sie ebenso viele taube Samen hatten und ebenso konstant waren wie diese Art, so könnte man sie als eine Rückkehr zu diesem Typus betrachten. Dieses würde zu der Auffassung führen, daß die Kreuzungen zwischen *O. Lamareckiana* und *O. blandina* in der ersten Generation Drillinge erzeugen und zwar einen (nahezu) rein väterlichen, einen mütterlichen und einen intermediären, sich spaltenden Bastard.

Die *Laeta letalis* sind in ihren Nachkommen in bezug auf den Keimgehalt konstant. Keine Abspaltung von rediviven Exemplaren wurde gefunden. Ich prüfte die Samen von 42 Samenträgern der zweiten Generation genau in derselben Weise, wie oben für die *Laeta rediviva* beschrieben wurde. Ich führe auch hier nur die Extreme und die Mittelzahlen an.

Keimgehalt der Samen von *Laeta letalis*,
zweiter Generation.

<i>Laeta</i> aus	Anzahl der Samenträger	Keimgehalt in je 100 Samen		
		Minimum	Maximum	Mittel
<i>O. blandina</i> × <i>Lamareckiana</i> .	8	4	49	34
<i>O. blandina</i> × <i>nanella</i> Nr. 1 .	10	7	28	19
" " Nr. 2 .	11	15	27	20
" " Nr. 3 .	13	10	39	25
Im Mittel	—	—	—	25%

Es fällt auf, daß der mittlere Gehalt an tauben Körnern hier 75% ist, also ungefähr dieselbe Zahl wie für den Prozentsatz von *Velutina*-Pflanzen, welche von der *Laeta rediviva* abgespalten werden (67% in 1915, 75—90% in 1916, siehe oben Tabelle S. 7).

In den Kulturen der *Laeta letalis* habe ich auch die Mutanten ermittelt. Sie waren auffallend zahlreich. Ich fand im Juli und August, als sie nahezu alle blühten:

Mutanten aus *Laeta letalis*.

Kreuzung	<i>Laeta letalis</i>	Mutanten	Summe	Ex.
<i>O. blandina</i> × <i>Lamarckiana</i> . . .	Nr. 1	N 3 O L S C	7	54
<i>O. blandina</i> × <i>nanella</i> . . .	Nr. 1	2 N O 2 S 4 A	9	52
" " . . .	Nr. 2	O S 3 P A	6	58
" " . . .	Nr. 3	2 N 5 O P C E	10	61
Zusammen			32	225

Dieses ergibt einen Prozentsatz von 14, also viel mehr als in den übrigen Kulturen. Die Buchstaben bedeuten dieselben Derivate wie in der vorigen Tabelle.

Ternäre und subternäre Kreuzungen. Aus den bereits mitgeteilten Versuchen dürfte klar hervorgehen, daß *O. Lamarckiana* und *O. mut. blandina* sich in bezug auf die hier in Betracht kommenden Differenzpunkte als isogam verhalten, d. h. daß ihre männlichen und weiblichen Sexualzellen dieselben erblichen Eigenschaften führen. Diese Folgerung ist für die theoretische Auffassung ihrer erblichen Anlagen von hervorragender Wichtigkeit. Deshalb schien es mir die Mühe zu lohnen, sie durch direkte Versuche zu bestätigen. Ich gehe dabei von dem Satze aus, daß in doppeltreziproken Verbindungen die heterogamen Eigenschaften der zentralen Eltern der Formel ausgeschieden werden, die isogamen aber behalten bleiben¹⁾. Findet keine Ausschaltung statt, so sind die fraglichen Merkmale somit isogam. Die Ergebnisse der doppeltreziproken Kreuzungen können bekanntlich mittels der sesqui-reziproken und der iterativen weiter geprüft werden.

Kreuzt man z. B. *O. Lamarckiana* × *blandina* mit *O. blandina* × *Lamarckiana*, so müßte das Ergebnis *O. Lamarckiana* sein, falls der zentrale Bastard aus der Formel ausfiel. Sind aber beide Eltern isogam, so müßte der doppeltreziproke den beiden reziproken Bastarden gleich sein. Hat man unter den erwähnten Hybriden beiderseits eine *Blandina* gewählt, so muß das Ergebnis somit gleichfalls *Blandina* sein. Solches war denn auch der Fall. Wie leicht ersichtlich, läßt sich der Versuch in mehrfacher Weise abändern. Dabei habe ich mich auf die spaltende *Laeta rediviva* beschränkt: *Laeta letalis* sind somit in die drei fol-

¹⁾ Gruppenweise Artbildung, 1913, S. 85 und Über doppeltreziproke Bastarde von *Oenothera biennis* L. und *O. muricata* L., Biol. Centralbl. Bd. 31, S. 97—104, 1911.

genden Tabellen nicht aufgenommen. Alle Kreuzungen wurden in 1915 gemacht.

I. Doppeltreziproke Kreuzungen.

	Keim- pflanzen	% <i>blandina</i>	% <i>laeta</i>
<i>O. (Lam. × bl.) blandina</i> × <i>O. (bl. × Lam.) blandina</i>	70	100	0
" " " Grün- <i>laeta</i>	70	66	34
" interm. " interm.	69	67	33
" " " <i>blandina</i>	68	56	44

Es wurde stets ein Individuum der ersten Generation mit dem Pollen von einem der zweiten, aus selbstbefruchteter *Laeta* hervorgegangenen Generation befruchtet. Waren die Eltern beide *Blandina*, so erhielt sich diese Form, waren eine oder beide Eltern eine *Laeta*, sei es vom grünen, sei es vom intermediären Typus, so trat Spaltung in dieselben beiden Typen ein, wie bei den Kreuzungen zwischen *O. Lamareckiana* und *O. blandina* selbst.

Sesquireziproke Kreuzungen.

Diese erhält man, wenn man in den obigen Formeln einen der beiden Bastarde durch die Art. bzw. die Mutante ersetzt. Ich machte die folgenden Versuche.

II. Sesquireziproke Kreuzungen.

	Gene- ration	Keim- pflanzen	% <i>blandina</i>	% <i>laeta</i>
<i>O. Lam. × O. (blan. × Lam.) blandina</i>	0 × 2.	36	28	72
<i>O. (Lam. × blan.) blandina × O. Lam.</i>	1. × 0	70	57	43
<i>O. Lam. × O. (blan. × Lam.) Grün-laeta</i>	0 × 2.	68	49	51
<i>O. blandina × O. (Lam. × blandina) interm.</i>	0 × 1.	143	96	4
<i>O. (Lam. × blan.) interm. × O. Lam.</i>	1. × 0	216	90	10

Wie man sieht, fallen weder *Blandina* noch *Lamareckiana* aus, sondern es findet stets eine Spaltung in die beiden Typen *Blandina* und *Laeta* statt. Die Eltern zu diesen Versuchen sind teilweise der

ersten, teilweise der zweiten Generation meiner oben beschriebenen Kulturen entnommen.

III. Iterative Kreuzungen.

	Gene- ration	Keim- pflan- zen	% <i>blan- dina</i>	% <i>laeta</i>
<i>O. (blan. × Lam.) blandina</i> × <i>O. Lam.</i>	1. × 0	119	84	16
<i>O. (blan. × Lam.) Grün-laeta</i> × <i>O. (bl. × L.) blan.</i>	2. × 2.	188	85	15
<i>O. (blan. × Lam.) blandina</i> × <i>O. (bl. × L.) interm.</i>	2. × 2.	174	88	12
" " " " "	2. × 2.	118	93	7

Die Spaltungen waren genau dieselben wie in den obigen Versuchen.

Wir folgern somit, daß sich *O. Lamarckiana* und *O. Lamarckiana* mut. *blandina* in den fraglichen Hinsichten als isogam verhalten. Dasselbe gilt offenbar von ihren beiden Bastarden, *Blandina* und *Laeta* und in bezug auf die letzte wenigstens für den hohen grünen und für den intermediären Typus. Den niedrigen roten Typus habe ich in diese Versuche nicht aufgenommen.

Für die erwähnten Kreuzungen habe ich dann die erhaltenen *Laeta*-Pflanzen nahezu alle, von den *Velutina* aber nur eine Gruppe von etwa 50 Exemplaren ausgepflanzt. Die letzteren waren während der Blütezeit einförmig, die ersteren spalteten sich zum Teil. Diese Spaltungen lassen sich aus den bekannten Formeln für die Monohybriden leicht im voraus berechnen. Dabei wird *O. mut. blandina* als dominant und *O. Lamarckiana* als rezessiv in bezug auf die rote Farbe angenommen. Die niedrige Statur war stets mit der roten Farbe, die hohe aber mit der grünen untrennbar verbunden. Ich zählte die Pflanzen im Juli, am Anfang der Blüteperiode aus; sie waren alle einjährig. Es bedeutet *L. Lamarckiana* und *B. Blandina* (s. Tabelle S. 18).

Die Zahlen sind viel zu klein, um numerische Verhältnisse berechnen zu dürfen, doch kam es mir nur darauf an, nachzuweisen, daß jedesmal gerade die erwarteten Bastardtypen erscheinen. Dieses scheint mir völlig klar zu sein. Ich folgere also, daß die rote Farbe und die Statur dem Mendelschen Gesetze für die Monohybriden folgen und dabei nicht voneinander getrennt werden. Vielleicht sind sie kausal miteinander verbunden.

Spaltungen der *Laeta* im Juli.

Kreuzung	Erwartung	Rot	Intermediär	Grün	Summe
<i>Lam.</i> × <i>B. L. blanda</i>	R × D = Int.	0	26	0	26
<i>B. L. blanda</i> × <i>Lam.</i>	D × R = Int.	0	18	0	18
<i>L. B.</i> " " "		0	27	0	27
<i>L. B.</i> " × <i>B. L. Grün</i>	D × R = Int.	0	9	0	9
<i>B. L. Grün</i> × <i>B. L. blanda</i>	R × D = Int.	0	27	0	27
<i>Lam.</i> × <i>B. L. Grün</i>	R × R = Grün	0	0	33	35
<i>L. B. interm.</i> × <i>B. L. interm.</i>	Int. × Int. = Spaltung	3	12	4	19
<i>L. B. interm.</i> × <i>B. L. blanda</i>	Int. × D = Rot + Int.	6	23	0	29
<i>blanda</i> × <i>L. B. interm.</i>	D × Int. = Rot + Int.	1	5	0	6
<i>B. L. blanda</i> × <i>B. L. interm.</i>	" "	2	16	0	18
" " "	" "	2	4	0	6
<i>L. B. interm.</i> × <i>Lam.</i>	Int. × R = Grün + Int.	0	19	3	22

Wir dürfen aus dem Mitgeteilten vielleicht schließen, daß *O. Lamarekiana mut. blanda*, welche sich in anderen Hinsichten als eine retrogressive Mutation verhält, in bezug auf die rote Farbe als eine Umänderung im positiven Sinne zu betrachten ist.

B. Kreuzungen mit anderen Arten.

Den Beweis, daß *Oenothera Lamarekiana mut. blanda* als *mut. velutina* aufzufassen ist, habe ich dadurch zu erbringen gesucht, daß ich diese neue Form mit denjenigen Arten kreuzte, welche die *O. Lamarekiana* in *Lactu* und *Velutina* zu spalten pflegen. Es unterblieb die Spaltung stets, indem nur *Velutina*-Pflanzen auftraten¹⁾. Dieses Ergebnis habe ich jetzt erstens dadurch weiter begründet, daß ich von den früher beschriebenen Bastarden nochmals eine erste Generation und daneben auch eine zweite erzogen habe. Diese letztere war stets eiförmig und der Mutter gleich, verhielt sich somit wie die aus anderen Kreuzungen hervorgehenden *Velutina*. Zweitens habe ich einige damals noch nicht ausgeführte Kreuzungen in meinen Versuch einbezogen.

Fassen wir zunächst die älteren und die neueren Kulturen übersichtlich zusammen, so erhalten wir die folgende Tabelle:

¹⁾ *Oenothera Lamarekiana mut. velutina*, Bot. Gaz. LXIII, 1917.

Kreuzungen von *O. mut. blandina* mit *Laeta*-spaltenden Arten.

Kreuzung	Jahr	Anzahl der Individuen		
		1. Generation 1914—1915	1. Generation 1916	2. Generation 1916
<i>O. biennis</i> × <i>O. blandina</i> . . .	1915	— ¹⁾	70	—
<i>O. syrticola</i> × " . . .	1913	140	41	70
<i>O. Hookeri</i> × " . . .	1913	145	70	70
<i>O. Cockerelli</i> × " . . .	1915	—	70	—
<i>O. blandina</i> × <i>O. Hookeri</i> . .	1915	—	70	—
" × <i>O. Cockerelli</i> . .	1913	140	70	65
" × <i>O. biennis Chicago</i>	1913	140	60	60
Summe		565	451	265

Alle diese Bastarde waren *Velutina*, keine einzige *Laeta* wurde dabei gefunden. Über die einzelnen Versuche ist im wesentlichen nur mitzuteilen, daß die für 1916 angeführten Exemplare fast sämtlich geblüht haben und in jedem Alter mit den Zwillingen aus den entsprechenden Kreuzungen von *O. Lamarckiana* verglichen wurden. Die Eiförmigkeit der Kulturen fiel überall und stets sofort auf, und die Merkmale der *Velutina* waren dieselben wie in den Kontrollversuchen.

Ich folgere also, daß *O. Lamarckiana mut. blandina* sich in Kreuzungen mit anderen Arten verhält wie diejenigen sexuellen Zellen von *O. Lamarckiana*, welche in demselben Fall den Zwilling *Velutina* liefern würden, daß ihr aber die *Laeta* bildenden Gameten abgehen.

Dieser Schluß läßt sich dadurch erhärten, daß man in den fraglichen Kreuzungen *O. Lamarckiana* bzw. *O. Lamarckiana mut. blandina* durch den *Laeta*-Zwilling aus einer Kreuzung von *Lamarckiana* und *blandina* ersetzt, und dazu eine *Laeta* vom oben beschriebenen Typus *rediviva* wählt, weil diese sich nach Selbstbefruchtung in *Laeta* und *blandina* spalten. Sie müssen bei den betreffenden Kreuzungen wiederum Zwillinge geben.

Ich habe die folgenden Verbindungen mit *O. laeta rediviva* in 1915 gemacht und die erste Generation in 1916 erzeugt.

¹⁾ — bedeutet, daß die betreffende Kultur nicht gemacht worden ist.

Kreuzungen von *O. (blandina* \times *Lamarckiana*) *laeta rediviva*
mit anderen Arten.

Kreuzung	Anzahl der Individuen	% <i>Laeta</i>	% <i>Velutina</i>
<i>O. biennis</i> \times <i>O. (bl. \times L.) laeta</i>	50	61	39
<i>O. syrticola</i> \times " "	33	61	39
<i>O. Cockerelli</i> \times " "	69	7	93
<i>O. (bl. \times L.) laeta</i> \times <i>Cockerelli</i>	60	65	35
" <i>velutina</i> \times <i>Cockerelli</i>	70	0	100

Das Ergebnis hat somit die Erwartung bestätigt; der zuletzt angeführte Versuch diente nur zur Kontrolle. Nahezu alle Exemplare haben Stengel getrieben und in jedem Versuch haben mehr als die Hälfte geblüht. Die Typen der Zwillinge waren dieselben wie nach den entsprechenden Kreuzungen mit *O. Lamarckiana* und bedürfen somit keiner eingehenden Besprechung; in den beiden Versuchen mit *O. Cockerelli* gaben die reziproken Kreuzungen dieselben Bastarde, aber wo diese Art der Vater war, blieben viele Bastarde gelblich und schwach, wie das ja auch sonst für Hybriden dieser Spezies bekannt ist.

Die *O. (blandina* \times *Lamarckiana*) *laeta rediviva*, welche keine oder nahezu keine leeren Samen hat, sondern sich selbst spaltet, erfährt dieselbe Spaltung somit auch unter dem Einfluß anderer Arten. Wir dürfen daraus folgern, daß es sich in beiden Fällen um dieselbe innere Ursache handelt.

Die beschriebenen Erfahrungen können zur Beleuchtung einer Reihe von weiteren Fragen benutzt werden. Ich führe als Beispiele die folgenden an.

Pollen von *O. (biennis* \times *Lamarckiana*) *laeta*. Bekanntlich ist dieser Bastard nach Selbstbefruchtung konstant, während die entsprechende Form *O. (blandina* \times *Lamarckiana*) *laeta rediviva* sich spaltet. Es geht daraus hervor, daß die erblichen Anlagen in ihnen sich in verschiedenen Zuständen befinden¹⁾. Ich habe diese Folgerung für den Pollen dieser *Laeta* jetzt weiter geprüft und stelle das Ergebnis hier zusammen. Da *O. biennis* heterogam ist, können die betreffenden Eigenschaften der Mutter in dem Pollen des Bastardes nicht vertreten sein, dennoch findet man, daß dieser Pollen weder demjenigen der *O. La-*

¹⁾ Vergl. Gruppenweise Artbildung, S. 140.

marckiana, noch auch dem der *O. (blandina × Lamarckiana) laeta* gleich ist. Dasselbe gilt für den durch *O. syrticola* Bartl. (*O. muricata*) hervorgerufenen Zwillling.

Verschiedenes Verhalten von analogen *Laeta*-Zwillingen.

Nr.	Kreuzung	Ergebnis
<i>A. O. biennis</i>		
1	<i>O. biennis</i> × <i>O. (blandina × Lam.) laeta rediviva</i>	<i>Laeta</i> und <i>Velutina</i>
2	„ × <i>O. (biennis × Lam.) laeta</i>	Einförmig <i>laeta</i>
3	<i>O. blandina</i> × <i>O. Lamarckiana</i>	<i>Laeta</i> und <i>Velutina</i>
4	„ × <i>O. (biennis × Lam.) laeta</i>	Einförmig <i>laeta</i>
<i>B. O. syrticola</i>		
5	<i>O. syrticola</i> × <i>O. (blandina × Lam.) laeta rediviva</i> .	<i>Laeta</i> und <i>Velutina</i>
6	„ × <i>O. (syrticola × rubr.) laeta</i>	Einförmig <i>laeta</i>
7	<i>O. blandina</i> × <i>O. Lamarckiana</i>	<i>Laeta</i> und <i>Velutina</i>
8	„ × <i>O. (syrticola × Lam.) laeta</i>	Einförmig <i>laeta</i>

Nr. 1 und 5 sind Wiederholungen aus der Tabelle der vorigen Seite; Nr. 2 und 6 wurden meinem Buche über die Gruppenweise Artbildung entnommen (S. 138); Nr. 3 und 7 sind im ersten Abschnitt behandelt worden, aber Nr. 4 und Nr. 8 wurden für diese Tabelle neu ausgeführt. Diese beiden Kreuzungen fanden 1915 statt, und von jeder wurden im nächstfolgenden Jahre 70 Nachkommen gezogen. Bereits im April fiel es auf, daß die Kulturen einförmig und einander gleich waren und im Juni, als der Stengel emporwuchs, sowie im Juli und August, als die Pflanzen blühten, war das Verhältnis dasselbe. Nahezu alle Exemplare haben geblüht und ihre ersten Früchte ausgebildet. Es war gar kein Einfluß von *O. biennis* bzw. *O. syrticola* in ihnen sichtbar; sie waren in jeder Hinsicht der ersten Generation den reinen *Laeta*-Zwillingen aus *O. blandina* × *Lamarckiana* gleich, und somit fast in allen wesentlichen äußeren Merkmalen zum Typus von *O. Lamarckiana* zurückgekehrt.

Die beiden neuen Kreuzungen *O. blandina* × *O. (biennis × Lamarckiana) laeta* und *O. blandina* × *O. (syrticola × Lamarckiana) laeta* geben nicht nur eine einförmige Nachkommenschaft, sondern es fehlen in den gekreuzten Samen auch die tauben Körner so gut wie völlig. Ich prüfte den Keimgehalt in denselben Proben, welche für die Aussaat in 1916 dienten und fand für die erstgenannte Kreuzung 92, für die

zweite 96 Keime in je 100 Samen. Es findet somit auch keine Abspaltung erblich leerer Körner statt¹⁾).

Betrachten wir die gegebene Übersicht, so sehen wir, daß der Pollen von *O. (biennis* × *Lamarckiana*) *laeta* weder mit dem von *O. (blandina* × *Lamarckiana*) *laeta*, noch auch mit dem von *O. Lamarckiana* in bezug auf die Spaltbarkeit übereinstimmt. Und dasselbe gilt für *O. (syrticola* × *Lamarckiana*) *laeta*. Die *Blandina laeta* spaltet sich nach Selbstbefruchtung, während *O. Lamarckiana* etwa zur Hälfte leere Samen abspaltet. Im Pollen von *O. (biennis* × *Lamarckiana*) *laeta* und *O. (syrticola* × *Lamarckiana*) *laeta* fehlt aber diese Spaltbarkeit, auch gegenüber *O. blandina*. Und dieses stützt offenbar die früher gemachte Annahme eines abweichenden Zustandes.

Zur weiteren Kontrolle habe ich dann noch die folgenden Versuche ausgeführt.

Weitere Kreuzungen von *Laeta* und *Velutina*.

Kreuzung	Ergebnis
<i>O. (L. × blan.) laeta</i> × <i>O. (bien. × L.) laeta</i>	Einförmig <i>laeta</i>
" " × <i>O. (syrtic. × L.)</i> "	" "
<i>O. (blan. × L.)</i> " × " <i>velutina</i>	30% <i>laeta</i> , 70% <i>velutina</i>
" <i>blan.</i> × " "	Einförmig <i>velutina</i>
<i>O. blandina</i> × <i>O. (syrtic. × L.) velutina</i>	" "
" × <i>O. (bien. × L.)</i> "	" "

Die Kreuzungen fanden 1915 statt; die gewählten Pflanzen von *O. (Lamarckiana* × *blandina*) *laeta* gehörten der ersten Generation an, diejenige von *O. (blandina* × *Lamarckiana*) *laeta* dem intermediären Typus der zweiten. Sie stellten sich alle bei der Prüfung ihrer selbstbefruchteten Samen im Winter als *rediviva* heraus. Die Kulturen umfaßten in 1915 je 70 Pflanzen, welche fast alle Stengel trieben und von denen jedesmal etwa die Hälfte geblüht haben. Die *Laeta* aus den drei erstgenannten Kreuzungen glichen der Mutter durchaus; die sichtbaren Merkmale von *O. biennis* und *O. muricata* waren in ihnen verschwunden, ähnlich wie solches auch sonst bei sesquizeiproten Kreuzungen vorkommt. Die *Velutina* aus der dritten Kreuzung und die einförmigen

¹⁾ Für den Keimgehalt von *O. (biennis* × *Lamarckiana*) *laeta* usw. vergleiche man: Gute, harte und leere Samen von *Oenothera*, Zeitschr. f. ind. Abst.- und Vererbungslehre, 1916, Bd. XVI, Heft 3/4, S. 271.

Kulturen der drei letztgenannten Verbindungen glichen der *O. mut. blandina* in jeder Hinsicht.

Nehmen wir an, daß in *O. (Lamarckiana × blandina) laeta*, welche sich bei Selbstbefruchtung spaltet, die Spaltung während der Synapsis stattfindet, und daß die Eizellen somit bereits zum Teil *laeta*, zum Teil aber *velutina* sind, so sehen wir, daß beide Typen in der Verbindung mit dem konstanten *O. (biennis × Lamarckiana) laeta* denselben Bastard geben. Eine Spaltung in *laeta* und *velutina* wird nicht sichtbar, trotzdem nahezu alle Samen keimfähig sind, und beide Zwillinge äußerlich in jedem Lebensstadium leicht zu erkennen sind. Wählt man aber den Pollen einer *Velutina*, so tritt die Spaltung sofort ein, wie der dritte Versuch lehrt. Die drei zuletzt aufgeführten Versuche bestätigen nur die offenbar zu erwartenden Ergebnisse.

Spaltung der Zwillinge von *O. Hookeri*. Kreuzt man diese Art mit *O. Lamarckiana*, so bekommt man Zwillinge, deren einer, die *Velutina*, konstant ist, während der andere, die *Laeta*, in jeder Generation *Velutina* abspaltet. Dieses besondere Verhalten hat mich veranlaßt auch die Kreuzung mit *O. mut. blandina* zu prüfen. Da die fragliche *Laeta* isogam ist, genügte ein einzelner Versuch.

O. blandina × O. (Hookeri × Lamarckiana) laeta machte ich 1915 und erzeugte im folgenden Jahre 70 Nachkommen, von denen 12 oder 17% sich schon im Mai als breitblättrige *Laeta* herausstellten. Die übrigen waren *Velutina* und zumeist mehr oder weniger gelblich, wie solches ja bei *Hookeri-velutina* so oft vorkommt. Die 12 *Laeta* haben im August geblüht und wurden in jedem Monat mit *O. (Hookeri × Lamarckiana) laeta* verglichen. Es gab keinen Unterschied. Viele *Velutina* blieben Rosetten, andere trieben Stengel, mehrere haben geblüht. Sie waren genau den einförmigen Bastarden *O. blandina × Hookeri* gleich.

Die Spaltung wurde hier somit auch nach der zweiten Kreuzung sichtbar. Zur Kontrolle prüfte ich auch *O. blandina × O. (Hookeri × Lamarckiana) velutina*; ihre Bastarde waren einförmig *velutina*, wie ja auch zu erwarten war.

O. (Lamarckiana × biennis Chicago) laeta, sowie die entsprechende *velutina* habe ich auch mit *O. blandina* befruchtet. Beide Bastarde haben sich früher nach Selbstbefruchtung als konstant erwiesen¹⁾. Die *Laeta* wird durch Befruchtung mit *Velutina* gespalten, und genau so

¹⁾ Gruppenweise Artbildung, S. 128.

verhält sich der Pollen von *O. blandina*, welche dadurch ihre Natur als *mut. velutina* in klarer Weise bestätigt.

Ich habe die folgenden Versuche gemacht:

Kreuzungen von *O. (Lamarckiana* \times *bien. Chicago*).

Kreuzung	Anzahl d. Individ.	% <i>Laeta</i>	% <i>Velutina</i>
<i>O. (Lam. \times Chic.) laeta</i> \times <i>O. (Lam. \times Chic.) velutina</i>	60	70	30
" " \times <i>O. (bien. \times Lam.)</i> "	127	54	46
" " \times <i>O. blandina</i>	60	50	50
<i>O. (Lam. \times Chic.) velutina</i> \times <i>O. blandina</i>	60	0	20 + 80

Die *Laeta* und *Velutina* waren in diesen Versuchen vom Anfang an denjenigen aus *O. Lamarckiana* \times *biennis Chicago* durchaus gleich; die meisten von ihnen haben geblüht. In dem zuletzt angeführten Versuch konnte eine Spaltung in *Laeta* und *Velutina* offenbar nicht erwartet werden. Dafür trat aber eine Trennung unter den *Velutina*-Pflanzen ein, indem nur 20 % den gleichnamigen Bastarden der übrigen Kulturen glichen, während die übrigen 80 % den davon in auffallender Weise abweichenden Typus der reinen *O. blandina* annahmen. Solche fehlten in den anderen Versuchen.

Densa- und *Laxa*-Zwillinge. Befruchtet man *Oenothera biennis Chicago* mit *O. Lamarckiana*, so erhält man zwar auch Zwillinge, diese weichen aber von den anderen so stark ab, daß es mir früher unabweislich erschien, dafür besondere Träger der erblichen Eigenschaften anzunehmen¹⁾. Seitdem aber die sehr zusammengesetzte Natur vieler Mutationen erkannt wurde²⁾, lag die Möglichkeit auf der Hand, daß es sich um denselben spaltenden Faktor, aber in anderer Verbindung handeln dürfte. Die Kreuzung mit *O. blandina* dürfte geeignet sein, um diese Frage zu entscheiden. Denn falls es sich für die Zwillinge *Densa* und *Laxa* um einen besonderen Faktor handelt, so dürfte man erwarten, daß dieser in *O. blandina* sich noch in derselben Lage befinden würde wie in *O. Lamarckiana*. Dann würde die Kreuzung *O. Chicago* \times *O. blandina* eine Spaltung in *Densa* und *Laxa* hervorrufen müssen. Im anderen Falle würde dieselbe Kreuzung aber offenbar keine Trennung

¹⁾ Gruppenweise Artbildung S. 294.

²⁾ Die endemischen Pflanzen von Ceylon und die mutierenden *Oenotheren*. Biol. Centralbl., Bd. XXXVI, S. 1, 1916.

bedingen, sondern es müßte nur einer der beiden Zwillinge, und zwar der der *Velutina* entsprechende, entstehen.

Den Versuch habe ich 1915 angefangen und in 1916 die Nachkommen der Kreuzung studiert. Es waren 70 Pflanzen, welche alle einjährig waren und nahezu sämtlich geblüht haben. Mit Ausnahme von zwei Pflanzen, welche den metaklinen Typus *Velutina* führten¹⁾, waren alle deutlich *Laxa* und der *Laxa* aus der Kreuzung *O. biennis Chicago* \times *O. Lamareckiana* durchaus gleich. Zwar schienen in der ersten Jugend einige Rosetten mit etwas breiteren und bleicherer Blättern auf *Densa* zu weisen, aber diese Unterschiede verschwanden während der Ausbildung der Stengel völlig. Im August erreichte die Kultur eine Höhe von über 2 m; die Stengel waren kräftig und von brauner Farbe, das Laub dunkelgrün und mit rötlichen Hauptnerven. Blätter etwas schmaler als bei der Mutterart, aber von derselben Form. Kronenblätter 3 cm lang; die Narben lagen zwischen den Antheren.

Ich stelle jetzt diesen Versuch mit zwei anderen zusammen, welche ich gleichfalls 1915 und 1916 gemacht habe. Sie dienen zur Kontrolle der zu erwartenden Ergebnisse.

Kreuzungen von *O. biennis Chicago*.

Kreuzung	Anzahl d. Individ.	Ergebnis
<i>O. biennis Chicago</i> \times <i>O. blandina</i>	70	Einförmig <i>Laxa</i>
" \times <i>O. (bland. \times Lam.) velutina</i>	70	" "
" \times <i>O. " " laeta</i> .	60	7% <i>Densa</i> , 93% <i>Laxa</i>

Die betreffenden Fragen bedürfen aber einer viel eingehenderen Untersuchung, um eine endgültige Entscheidung zu bringen.

Kreuzungen mit dem Pollen von *Oenothera biennis*. Bekanntlich gibt die Kreuzung *Oenothera Lamareckiana* \times *biennis* keine Spaltung in *Laeta* und *Velutina*, sondern einförmige Bastarde, welche äußerlich der *O. biennis* sehr ähnlich sind. Für die Erklärung dieser Erscheinung sind verschiedene Hypothesen vorgeschlagen worden. Man kann annehmen, daß *O. Lamareckiana* sich zwar spalten kann, daß aber eine bestimmte Bedingung im anderen Elter erforderlich ist, um die Spaltung auch sichtbar zu machen, und daß diese im Pollen von *O. biennis* fehlt²⁾. Oder man kann sich mit Renner auf die tauben Samen

¹⁾ Gruppenweise Artbildung S. 308.

²⁾ Gruppenweise Artbildung S. 156.

berufen und sich vorstellen, daß eine Spaltung tatsächlich eintritt, daß aber der eine Zwilling sich mit dem letalen Faktor verbindet und daher unsichtbar wird. Dieses würde die Schwierigkeit aber nur verschieben, da unerklärt bliebe, warum die Keime mit dem letalen Faktor, welche sonst bei allen Kreuzungen lebensfähig werden, gerade bei der Kreuzung mit *O. biennis* absterben würden. Eine genaue Bestimmung der keimhaltigen Samen hat aber diese Ansicht nicht bestätigt: ich fand im Mittel von mehreren Kreuzungen 75 % guter Körner¹⁾.

Für die erstere Auffassung sind verschiedene Erklärungen möglich. Eine von ihnen ist die Annahme, daß die Spaltung zwar eintrete, daß aber die *Laeta-Velutina*-Merkmale derart von dem männlichen Sexualtypus von *O. biennis* dominiert werden, daß die fraglichen Unterschiede nicht sichtbar werden können.

Die Kreuzungen mit *O. blandina* dürften instande sein, hierüber eine Entscheidung zu bringen. Hier sind die Eizellen alle *Velutina* und die Bestäubung mit *O. biennis* kann somit nur ein undeutiges Ergebnis liefern. Dasselbe gilt für *O. (blandina × Lamarckiana) blandina*, welche gleichfalls fast keine tauben Samen hat. Dagegen spaltet *O. (blandina × Lamarckiana) laeta* in *Laeta* und *Velutina*; nimmt man an, daß die Spaltung vor der Bildung der Eizellen stattfindet, so müßte man aus der Befruchtung mit *O. biennis* etwa zur Hälfte *Laeta biennis* und zur anderen Hälfte *Velutina biennis* erwarten. Tatsächlich tritt aber nur eine Form auf, und diese ist dem Bastarde aus *O. blandina × biennis* in jedem Alter und in jeder Hinsicht genau gleich. Wie dieser, weicht sie auch von *O. Lamarckiana × biennis* äußerlich nicht ab.

Die fraglichen Versuche waren die folgenden. Die Kreuzungen wurden 1915 zum Teil auf je zwei Samenträgern gemacht: die Kulturen umfaßten in 1916 je 60 Pflanzen, von denen jedesmal etwa die Hälfte geblüht haben. Die Kulturen wuchsen dicht nebeneinander und wurden in jedem Altersstadium genau verglichen.

Kreuzungen mit dem Pollen von *O. biennis*.

Kreuzung	Anzahl d. Indiv.	Ergebnis
<i>O. blandina</i> × <i>O. biennis</i>	60	Einförmig
<i>O. (blandina × Lamarckiana) laeta rediviva</i> × <i>biennis</i> Nr. 1	60	"
Nr. 2	60	"
<i>O. (blandina × Lamarckiana) blandina</i> × <i>O. biennis</i> Nr. 1	60	"
Nr. 2	60	"

¹⁾ Zeitschr. f. ind. Abst.- und Vererbungslehre, 1916, Bd. XVI, S. 268.

Somit 300 Hybriden, welche alle gleich *O. Lamarckiana* \times *biennis* waren. Ich habe auch den Keimgehalt der Samen für einige der soeben genannten Verbindungen bestimmt, um ihn mit demjenigen von *O. Lamarckiana* \times *biennis* zu vergleichen. Ich untersuchte sowohl die gekreuzten Samen als auch die nach Selbstbefruchtung der ersten Generation gewonnenen und benutzte im ersteren Fall dieselben Proben, aus denen die Kulturen von 1916 gewonnen wurden.

Keimgehalt der Samen nach Kreuzungen mit *O. biennis*.

Kreuzung	Gekreuzte Samen	Samen der Bastarde					
<i>O. Lamarckiana</i> \times <i>biennis</i> ¹⁾	75	25—53					
<i>O. blandina</i> \times <i>biennis</i>	99	70	71	73	75	82	
<i>O. (blandina</i> \times <i>Lamarckiana)</i> <i>laeta</i> \times <i>biennis</i>	73 85	76	83	85	86	86	

In den beiden ersten Zeilen ist der niedrige Keimgehalt der Samen der Bastarde gegenüber dem der gekreuzten Samen wohl derselben Ursache zuzuschreiben wie sonst²⁾. Im letztgenannten Versuch lehren die Zahlen, wenn man eine Spaltung der Eizellen der *laeta rediviva* vor der Befruchtung annimmt, daß beide Typen von Gameten keimfähig geworden sein müssen, und daß sich somit auch die beiden zu erwartenden Typen von Bastarden in der Kultur von 1916 vorgefunden haben müssen. Dennoch gelang es nicht, sie zu unterscheiden.

Überträgt man dieses Ergebnis auf *O. Lamarckiana* \times *biennis*, so kann man behaupten, daß in erstgenannter Art die Eizellen teils *Laeta*, teils *Velutina* sind, daß beide Typen nach der Befruchtung mit *O. biennis* lebensfähig sind, daß dieser Art aber das Vermögen fehlt, die inneren Unterschiede zwischen den Keimen auch äußerlich in den hervorwachsenden Pflanzen sichtbar zu machen.

O. blandina \times *syrticola* (*muricata*) lieferte mir nur gelbe Keimlinge, welche alle (weit über hundert) abstarben, bevor sie ihre ersten Blätter entfalten konnten. Etwas günstiger war der Versuch mit *O. (blandina* \times *Lamarckiana)* *blandina* \times *syrticola*. Es starben gleichfalls über 100 Keimlinge in der ersten Jugend, aber 3 überlebten diese Periode, indem sie eine blaßgrüne Farbe hatten. Von ihnen haben später 2 geblüht, während eine Pflanze im Rosettenstadium verharrete.

¹⁾ Gute, harte und leere Samen, a. a. O., S. 268 und 273.

²⁾ A. a. O., S. 273—274.

Sie führten den Typus *gracilis* und waren von *O. Lamarckiana* \times *syrticola*, welche Kreuzung gleichfalls vorwiegend gelbe Keime liefert, nicht wesentlich verschieden.

O. blandina \times *gigas* gibt auch denselben Bastard, wie die entsprechende Kreuzung von *O. Lamarckiana*. In beiden Fällen sind die Hybriden einförmig, abgesehen von den schmalblättrigen Formen und einigen Mutanten. In einer Kultur von 59 Exemplaren von *blandina* \times *gigas* haben in 1916 die meisten Pflanzen geblüht. Im August blühten 23 Exemplare vom normalen Typus, aber schmalblättrig. Daneben gab es 4 Rosetten mit linealischen und 5 Rosetten mit in geringerem Grade verschmälerten Blättern. Im ganzen somit 21 schmalblättrige Individuen. Ferner 4 *Gigas*-Zwerge und eine Reihe von aberranten, meist schwächlichen Formen. Die blühenden Exemplare waren bei Selbstbefruchtung nahezu steril, bildeten aber bei freier Befruchtung meist gute Kapseln, wie man es ja von *Gigas*-Hybriden erwarten konnte. Die reziproke Kreuzung gab dieselben Haupttypen, aber meine Kultur umfaßte nur 3 Exemplare.

Die Übereinstimmung von *O. blandina* \times *gigas* mit *O. Lamarckiana* \times *gigas* bestätigt die Ansicht, daß im letzteren Fall nicht etwa ein Zwilling unterdrückt wird, sondern daß auch hier die sonst beobachtete Spaltung unterbleibt bezw. nicht äußerlich sichtbar wird¹⁾.

Die letalen Faktoren in *Oenothera Lamarckiana*.

In einem vorigen Aufsätze habe ich betont, daß das Vorkommen von leeren Samen bei Arten von *Oenothera*, in Verbindung mit den Untersuchungen von Morgan, als ein Beweis für die Anwesenheit erblicher letaler Faktoren betrachtet werden muß²⁾. Diese Faktoren töten die Keime, wenn sie sich in den beiden Gameten einer Befruchtung vorfinden, sind aber den antagonistischen vitalen Eigenschaften gegenüber rezessiv. Dementsprechend sind Bastardkeime lebensfähig, falls der letale Faktor nur in einem der Eltern vertreten ist. Kreuzt man Arten mit letalen Faktoren miteinander, so kann jeder einen vitalen

¹⁾ Vergl. Gruppenweise Artbildung S. 184.

²⁾ Zeitschr. f. ind. Abst.- und Vererbungslehre, 1916, T. 16, S. 279. Falls irgend eine der zahlreichen, für den Fortschritt der Entwicklung des Keimes unerlässlichen Eigenschaften unwirksam wird, muß der Keim offenbar zugrunde gehen. Diese unwirksame innere Eigenschaft nennt man dann einen letalen Faktor. A priori muß es deren sehr viele geben können.

Antagonisten finden und der Keim somit dennoch lebensfähig sein, wie im Falle der Bastarde von *Oenothera Lamarckiana* und *O. suaveolens*.

Ich habe gleichfalls dargelegt, daß solche letale Faktoren nur durch Mutation und nicht auf dem Wege der Anhäufung kleiner nützlicher Eigenschaften entstanden sein können. In den Kulturen Morgans und seiner Mitarbeiter mit der Fliege *Drosophila* sind deren vier aufgetreten, und jedesmal ebenso plötzlich wie die zahlreichen übrigen Mutationen dieses Insektes¹⁾. Sie bilden eine wesentliche Stütze der Mutationstheorie, indem sie bei den *Oenotheren* die Entstehung neuer Eigenschaften in derselben Weise begründen, wie die Theorie sie für die Entstehung der Arten im allgemeinen voraussetzt.

Seitdem hat unsere Kenntnis der betreffenden Erscheinungen eine wesentliche Erweiterung erfahren durch die Entdeckung der Massenmutationen durch Bartlett²⁾. Dieser Forscher fand, daß *Oenothera pratincola* und *O. Reynoldsii* gewisse Mutanten in sehr großer Zahl hervorbringen können. Die Mutation umfaßt nicht selten die Hälfte oder mehr der ganzen Nachkommenschaft. Er faßt die Erscheinung auf als die Folge einer normalen seltenen Mutation, welche in einer Sexualzelle aufgetreten wäre. Indem diese letztere mit einem normalen Gameten kopuliert, entsteht eine Hybridmutante, und falls deren Nachkommenschaft sich spaltet, kann die fragliche Mutation plötzlich in einer verhältnismäßig großen Anzahl von Individuen auftreten. Diese sichtbare Wiederholung einer unsichtbaren Mutation nenne ich sekundäre Mutation. Das Vorkommen solcher Hybridmutanten habe ich im Falle von *Oenothera gigas* mut. *nanella* tatsächlich nachweisen können, und hier findet die Spaltung nach der von Mendel für die Monohybriden gegebenen Formel statt³⁾.

Meine Untersuchungen mit *Oenothera grandiflora* haben mich dann ein neues Beispiel von Massenmutation auffinden lassen und gelehrt, daß in diesem Falle die Erscheinung als die Ursache des Auftretens von Bastardzwillingen nach gewissen Kreuzungen zu betrachten ist⁴⁾.

¹⁾ Morgan, Sturtevant, Müller and Bridges, Mechanism of Mendelian Heredity. New York 1915.

²⁾ H. H. Bartlett, Mutation en Masse, Americ. Naturalist, Vol. 49, S. 129, 1915, und Mass mutation in *Oenothera pratincola*. Bot. Gaz., Vol. 60, Nr. 6, Dez. 1915.

³⁾ *Oenothera gigas nanella*, a Mendelian mutant. Bot. Gaz., Vol. 60, Nr. 5 Nov. 1915.

⁴⁾ Mass mutation and twin hybrids of *Oenothera grandiflora*. Bot. Gaz., Vol. 63, 1917.

Es lag auf der Hand, diese Erfahrungen auch auf die Zwillinge von *O. Lamarckiana* anzuwenden, und zu versuchen zu zeigen, daß auch diese durch die Annahme von sekundären Mutationen in Verbindung mit gewissen letalen Faktoren erklärt werden können.

Bevor ich diesen Versuch antrete, möchte ich aber hervorheben, daß in dieser Weise die Bastardzwillinge als Beweis für die Anwesenheit einer neuen bis jetzt verkannten Form von Mutationen aufgefaßt werden müssen. Meine Vorstellung tritt dadurch in Widerspruch mit der Ansicht Renners, welcher die Bastardzwillinge und die tauben Samen als Argumente gegen die Theorie zu verwerten sucht. Übrigens läuft seine Meinung der meinigen in manchen Punkten parallel und gebührt ihm unzweifelhaft das Verdienst, zuerst auf eine Beziehung der leeren Samen zu den sichtbaren Spaltungserscheinungen der *O. Lamarckiana* gewiesen zu haben. Aber nur durch die Anwendung des Morganschen Prinzips der letalen Faktoren auf die Hypothesen Renners gelingt es, diese von den vielen Einwänden zu befreien, denen sie sonst ausgesetzt sind¹⁾.

Es wird jetzt meine Aufgabe sein, diese Aussprüche an der Hand der im ersten Teil dieses Aufsatzes beschriebenen neuen Tatsachen im einzelnen zu begründen. Dazu scheint es aber erforderlich, zuerst die Vorgänge kurz zu wiederholen, welche sich mir in den Spaltungen von *Oenothera grandiflora* dargeboten haben.

Meine Rasse von *Oenothera grandiflora* stammt von einem Samen, den ich im Herbst 1912 unweit Castleberry, in der Nähe des Golfes von Mexiko, in Alabama gesammelt habe²⁾. Sie hat in meinem Garten mehrere Mutationen hervorgebracht. Unter diesen traten eine mit riemenförmigen Blättern, *mut. lorea*, und eine mit einer doppelten Anzahl von Chromosomen in den Kernen, *mut. gigas*, in der üblichen Weise nur in ganz wenigen Exemplaren auf. Dagegen erzeugte sie eine breitblättrige, aber gelbliche, sehr schwache Mutationsform alljährlich in nahezu einem Drittel der Exemplare. Diese letztere nenne ich *mut. ochracea*; die meisten Individuen sterben in früher Jugend und nur wenige werden blühreif und tragen Früchte. Im Freien könnte sich diese Mutation wohl nicht behaupten. Außerdem enthalten die Samen meiner *Grandiflora* nur zu drei Vierteln gute Keime; die übrigen Körner sind leer wie bei *O. Lamarckiana* und *O. suaveolens*.

¹⁾ Gute, harte und leere Samen, a. a. O., S. 279—284.

²⁾ Mass mutation and twin hybrids of *Oenothera grandiflora*. Bot. Gaz., Vol. 63. 1917.

Das geschilderte Auftreten der mut. *ochracea* fasse ich als Massenmutation auf und nehme in Übereinstimmung mit Bartlett an, daß dieselbe Mutation ursprünglich nur vereinzelt erschien, daß dann aber eine mutierte Gamete mit einer normalen kopulierte und so eine Hybridmutante erzeugte. Spaltete sich deren Nachkommenschaft in ähnlicher Weise wie die Hybridmutanten der *O. gigas nanella*, so müßte die *Ochracea* alljährlich in einer entsprechend großen Anzahl von Individuen als sekundäre Mutation sichtbar werden.

Nimmt man nun weiter an, daß die Spaltung auch hier der Mendelschen Formel für die Monohybriden folge, so müssen drei Typen von Nachkommen entstehen, wie solche im Beispiele der *O. gigas nanella* auch wirklich beobachtet worden sind. Erstens *Ochracea* mit konstanter Nachkommenschaft, zweitens grüne Individuen vom Typus *Grandiflora* ohne weitere Spaltung und drittens Exemplare, welche die Spaltung wiederholen würden. Die erste und die dritte Gruppe sind vorhanden, die zweite aber fehlt. Um dieses zu erklären, nehme ich die Mitwirkung eines gleichfalls durch Mutation entstandenen letalen Faktors an, der an die *Grandiflora*-Eigenschaften, nicht aber an die der *Ochracea* gebunden ist. Nach dieser Vorstellung muß dann meine Rasse von *O. grandiflora* zwei Arten von Gameten hervorbringen und müssen bei der Befruchtung entstehen: $\frac{1}{4}$ lebensfähige *Ochracea*, $\frac{1}{4}$ *Grandiflora* mit beiderseits vorhandenem letalem Faktor und $\frac{1}{2}$ Hybridmutanten, welche den Eltern gleich sind. Die Keime der zweiten Gruppe sterben in den Samen, sie liefern die tauben Körner. In den Hybridmutanten müssen die sichtbaren Eigenschaften der *Grandiflora* und der fragliche vitale Faktor dominieren, wie sich durch Kreuzungsversuche nachweisen läßt. Sie müssen ferner dieselbe Spaltung alljährlich wiederholen.

Bei Kreuzungen dieser Rasse mit anderen Arten werden nun Zwillingbastarde entstehen müssen und zwar in annähernd gleicher Anzahl. Ich fand dieses in zahlreichen Versuchen mit verschiedenen Arten bestätigt. In der äußeren Form und in ihren erblichen Eigenschaften stimmen die Zwillinge fast genau mit denen der *O. Lamarckiana* überein; sie wurden deshalb mit denselben Namen belegt. Die *Velutina* entstehen bei den Kreuzungen aus den nicht mutierten Gameten, während die *Ochracea*-Gameten den Zwilling *Laeta* erzeugen.

Diese Übereinstimmung in den sichtbaren Erscheinungen führt nun ohne weiteres dazu, die vorgeschlagene Erklärung auch auf die bei *O. Lamarckiana* beobachteten Vorgänge anzuwenden. Der Unterschied ist, daß hier die sichtbare Massenmutation fehlt; dafür ist aber der Gehalt

der Samen an tauben Körnern doppelt so groß. Es liegt auf der Hand, anzunehmen, daß die zweite Hälfte der leeren Samen die sekundäre Mutation vertritt.

Es tritt nun die Frage an uns heran, ob das Absterben der Keime in sämtlichen tauben Samen durch einen einzigen letalen Faktor erklärt werden kann, oder ob für jede der beiden Gruppen ein anderer vorausgesetzt werden muß. In meinem zitierten Aufsatz habe ich das erstere angenommen: es spricht dafür auch die Tatsache, daß bei der Entstehung unserer *mut. velutina* gleichzeitig alle erblich tauben Körner verschwunden sind. Für die jetzige Diskussion scheint es mir gleichgültig, ob man einen oder zwei verschiedene Faktoren annehmen will. Im ersteren Fall könnte man vielleicht eine verschiedene Bindung in Anspruch nehmen, um zu erklären, wie zwei Gameten mit demselben letalen Faktor einen lebensfähigen Keim bilden können. Auf diese Frage möchte ich aber einstweilen kein Gewicht legen: vielleicht gelingt es später mittels zytologischer Untersuchungen eine Entscheidung zu finden.

Nach dieser Vorstellung muß also *O. Lamareckiana* im Anfange ihrer Mutationsperiode das Vermögen gehabt haben, von Zeit zu Zeit *Velutina*-Exemplare oder wenigstens deren Hybridmutanten hervorzubringen, etwa in derselben Weise, in der sie jetzt die normalen seltenen Mutanten und Halbmutanten erzeugt. Die *Velutina* dürften eben so selten gewesen sein, wie z. B. *O. gigas*, die Hybridmutanten eben so häufig wie *O. mut. semigigas*. Darauf müssen dann die Mutationen gefolgt sein, welche die letalen Faktoren und ihre verschiedenen Bindungen ins Leben riefen. Diese bedingten das Verschwinden der nicht mutierten und der beiderseits mutierten Individuen, indem sie nur die Hybridmutanten am Leben ließen. Die letzteren wiederholten in ihren keimhaltigen Samen nur ihren eigenen Typus; die Rasse war somit konstant und auch im Freien existenzfähig. Sie spaltet sich in ihren Gameten in der Hauptsache nach derselben Regel wie die Mendelschen Monohybriden, hat aber einen anderen Ursprung als die Mendelschen Bastarde und erzeugt auch mit anderen Arten Bastarde, welche jenen Gesetzen nicht folgen.

Allerdings ist es ebenso wohl möglich, daß diese Mutationen älter sind als die Art selbst. Nimmt man für *O. Lamareckiana* und *O. grandiflora* eine gemeinschaftliche Abstammung an, so können beide sowohl die sekundären Mutationen als auch den letalen Faktor von denselben Vorfahren geerbt haben. Diese Vorstellung ließe sich leicht in Einzelheiten ausarbeiten, doch scheint es mir hier auszureichen, darauf hin-

gewiesen zu haben, daß die Annahme hypothetischer Mutationen dabei doch wohl unabweislich bleiben würde.

Die in meinem Garten aufgetretene mut. *Velutina* muß offenbar einen anderen Ursprung gehabt haben. Für sie genügte eine Mutation, welche den an sie gebundenen letalen Faktor wiederum vital machte, wie ich bereits hervorgehoben habe. Die so sehr komplizierte Gruppe der *Velutina*-Eigenschaften könnte dabei einfach als Ganzes aus ihrem unsichtbaren Zustande in den sichtbaren übergegangen sein. Ob aber dabei die Gruppe der Nebenmerkmale genau dieselbe geblieben ist, scheint mir einstweilen ohne Bedeutung für die Auffassung des Vorganges.

Ich stelle mir somit vor, daß die tauben Samen von *Oenothera Lamarckiana* als ein Fall von Massenmutation oder von sekundärer Mutation, verbunden mit einem oder zwei letalen Faktoren, zu betrachten sind, und daß das ganze Verhältnis genau mit demjenigen von *O. grandiflora* parallel läuft. Denkt man sich, daß in dieser letzteren Art der Faktor, der den Chlorophyllgehalt der *Ochracea* herabdrückt, ersetzt würde durch einen, der die Keime bereits im Samen tötet, so würden sich offenbar beide Arten in den Hauptsachen gleich verhalten.

Nach dieser Auffassung spalten sich die Sexualzellen der *O. Lamarckiana* regelmäßig in zwei Gruppen. Die eine vertritt die Merkmale der Art, verbunden mit einem letalen Faktor. Die andere trägt, als sekundäre Mutation, die erblichen Eigenschaften der *Velutina*, gleichfalls mit einem solchen Faktor verbunden. Die Eigenschaften der Art dominieren, wie wir aus unseren Kreuzungen wissen, nahezu völlig über diejenigen der *Velutina*. Bei der Befruchtung müssen nun drei Typen entstehen, von denen zwei beiderseits denselben letalen Faktor führen und somit als Keime absterben. Die dritte Gruppe, die Hälfte der Samen umfassend, entsteht aus der Verbindung der normalen Gameten mit den in *Velutina* sekundär mutierten: können ihre letalen Faktoren ihre Wirkung nicht summieren, so werden die Keime lebensfähig sein. Aus ihnen entstehen dann die normalen *Lamarckiana*-Pflanzen unserer Kulturen; sie werden in ihrer Nachkommenschaft dieselbe Abspaltung von tauben Körnern wiederholen.

Bei Kreuzungen mit den betreffenden Arten werden nun die normalen Gameten die *Laeta*-Zwillinge liefern, während aus den sekundär mutierten der Zwilling *Velutina* entstehen muß. Die Tatsache, daß meine *O. Lamarckiana* mut. *velutina* bei jenen Kreuzungen keine Zwillinge, sondern nur Bastarde vom Typus *Velutina* bildet, scheint mir hier entscheidend zu sein.

In dieser Erklärung der Zwillinge stimmt meine Auffassung mit derjenigen Renners überein. Dieser Autor führt aber keine Gründe für das Absterben der reinen *Lamarckiana*- bzw. *Velutina*-Keime an. Auch kann er das allererste Auftreten des *Velutina*-Typus nicht erklären, da ja der Zweck seiner Ausführungen ist, die Spaltungserscheinungen ohne die Annahme von Mutationsvorgängen im Sinne meiner Theorie zu deuten. Mir scheint es aber, daß seine Hypothesen bei richtiger Durchführung gerade zu meiner Auffassung herüberleiten.

Ich werde jetzt versuchen zu zeigen, wie weit die Hypothese der sekundären Mutationen für die Erklärung der im ersten Abschnitt dieses Aufsatzes beschriebenen Erscheinungen ausreicht. Daß sie alles erklären könnte, behaupte ich keineswegs. Namentlich die Konstanz der *Laeta*-Bastarde in einigen Fällen und ihre einseitige Spaltbarkeit in anderen scheinen mir noch weiterer Forschung zu bedürfen¹⁾.

Dagegen wird die Tatsache, daß die Zwillinge in annähernd gleicher Zahl aus den Kreuzungen hervorgehen, leicht und unmittelbar aus unserer Vorstellung erklärt. Ebenso die Beobachtung, daß die Bastarde *Laeta* und *Velutina* in der Regel keine oder nahezu keine tauben Samen hervorbringen. Der gemeinschaftliche Typus der *Laeta*-Bastarde aus so vielen verschiedenen Kreuzungen ist dann offenbar auf die in ihnen dominierenden Merkmale der *O. Lamarckiana* zurückzuführen, während in den *Velutina*-Bastarden die Eigenschaften unserer *mut. Velutina* zum großen Teil vorherrschen.

Aus meiner Vorstellung folgt, ebenso wie aus derjenigen Renners, daß bei jeder Kreuzung der *O. Lamarckiana* Zwillinge entstehen müssen, und daß dabei stets derselbe Faktor wirksam ist. Es fragt sich somit, wie die bis jetzt beobachteten Fälle eines abweichenden Verhaltens zu erklären sind. Hier kommen zunächst die Zwillinge *Densa* und *Laxa* in Betracht, welche aus den Kreuzungen *O. biennis Chicago* \times *Lamarckiana* und *O. atrovirens (cruciata)* \times *Lamarckiana*, sowie aus den entsprechenden Verbindungen einiger Mutanten hervorgehen²⁾. *O. hybr. densa* muß denselben Faktor enthalten wie *O. hybr. laeta*, während *O. hybr.*

¹⁾ Die in meinem Buche über die Gruppenweise Artbildung vorgeschlagene Hypothese der labilen Faktoren wird von meinen neueren Erfahrungen in einigen Fällen überflüssig gemacht, doch gibt es manche andere Erscheinungen, welche ohne ihre Hilfe wohl nicht zu erklären sind. Übrigens habe ich bereits damals an verschiedenen Stellen darauf gewiesen, daß der labile Zustand der Faktoren vielleicht als eine Folge besonderer Bindungen aufzufassen sei.

²⁾ Gruppenweise Artbildung, 1913, S. 144.

laxa in dieser Hinsicht mit der *Velutina* übereinstimmen muß. Die abweichende Tracht deutet wohl darauf hin, daß die Faktoren der Zwillinge hier den Eigenschaften der beiden genannten Arten gegenüber zum Teil rezessiv sind. Früher habe ich angenommen, daß ein anderer spaltender Faktor hier wirksam sei. Gegen diese Annahme sprechen auch jetzt keine Tatsachen, doch für die Erklärung der Hauptzüge der Erscheinungen scheint sie mir jetzt entbehrlich zu sein. Übrigens ist hier auf den Parallelismus mit der Spaltung von *O. grandiflora* in *Densa* und *Laxa* zu verweisen.

Oenothera Lamareckiana \times *biennis* bildet bekanntlich einen einförmigen Bastard. Renner sucht dieses daraus zu erklären, daß sie zur Hälfte taube Samen liefert, in denen dann der andere Zwilling gestorben sein könnte. Genaue Bestimmungen ergaben aber nur 25% leerer Körner¹⁾. Auch scheint mir die Annahme überflüssig gegenüber der oben beschriebenen Tatsache, daß *O. Lamareckiana* mut. *velutina* mit dem Pollen von *O. biennis* genau dieselben Bastarde gibt, wie *O. Lamareckiana* selbst und daß in beiden Fällen die Merkmale des Vaters fast vollständig dominieren. Denn offenbar bedeutet dieses, daß in der Kreuzung mit *O. biennis* die normalen und die sekundär in *Velutina* mutierten Eizellen Bastarde geben müssen, welche wenigstens äußerlich nicht voneinander zu unterscheiden sind. Und da ihre Nachkommenschaft konstant ist und keine Spaltungen aufweist, so bringt auch diese keine Verschiedenheit ans Licht. Das eigentümliche Verhalten von *O. biennis* liegt somit wohl nur darin, daß den männlichen Sexualzellen dieser Art das Vermögen fehlt, die in *O. Lamareckiana* vorhandene Spaltung sichtbar zu machen, und zwar wesentlich infolge ihrer fast vollständigen Dominanz über die Zwillingseigenschaften.

In den übrigen Fällen einförmiger Bastarde dürfte dieselbe Erklärung zutreffen. Namentlich gilt dieses für die Verbindung *O. Lamareckiana* \times *syrticola* (*muricata*), deren Samen nahezu alle (99%) keimfähig sind. Doch erschwert hier das Auftreten gelber Keimlinge die experimentelle Behandlung der Frage sehr.

Die *Laeta*-Zwillinge aus den Kreuzungen von *O. Lamareckiana* mit *O. Hookeri* spalten bekanntlich in den aufeinander folgenden Generationen *Velutina* ab. Sie verhalten sich in dieser Hinsicht so, wie die durch *O. blandina* hervorgerufenen *Laeta*, und dieses deutet darauf hin, daß der Faktor für *Velutina* in beiden Formen in derselben Weise vor-

¹⁾ Zeitschr. f. ind. Abst.- und Vererbungslehre, a. a. O., S. 268.

landen ist. Doch möchte ich die Besprechung dieser Frage für einen anderen Aufsatz aufbewahren.

Zum Schlusse möchte ich kurz die allgemeine Frage berühren, ob die sekundären Mutationen der letalen und der *Velutina*-Faktoren vielleicht einen Einfluss auf die ganze Mutabilität der betreffenden Arten von *Oenothera* haben können. Offenbar sind sie nicht als deren Ursache zu betrachten, denn Mutabilität ist ja eine allgemeine Erscheinung, während sekundäre Mutationen äußerst selten zu sein scheinen. Aber dennoch könnten sie auf die Häufigkeit des Mutierens, d. h. auf die Mutationskoeffizienten einen günstigen Einfluss haben. Ich habe bereits im Anfange meiner Studien darauf hingewiesen, daß *O. Lamarckiana* gerade durch diese Häufigkeit sich so stark von anderen Arten unterscheidet, und dass sie gerade dadurch ein so günstiges Objekt für die Untersuchung der erblichen Variabilität darstellt. Ich möchte hier hier nur diejenigen Tatsachen aus dem vorliegenden Aufsatz wiederholen, welche mir scheinen hier bei weiterer Prüfung zu wichtigen Entscheidungen führen zu können. Erstens ist unsere *O. Lamarckiana mut. velutina* nur in sehr geringem Grade mutabel, ihr fehlen die letalen Faktoren sowie die *Lacta*-Spaltbarkeit. Zweitens ist *O. blanda* + *Lamarckiana* *lacta velutina* ungefähr ebenso mutabel wie *O. Lamarckiana* selbst; ihr fehlen die letalen Faktoren gleichfalls, doch hat sie die *Lacta*-Spaltbarkeit beibehalten. Drittens ist *O. blanda* + *Lamarckiana* *lacta letalis*, welche sich in bezug auf die Spaltbarkeit ebenso verhält wie die Mutterart, in noch höherem Grade mutabel wie diese. Weitere Untersuchungen müssen aber, wie gesagt, die Entscheidung bringen.

Zusammenfassung.

1. *Oenothera Lamarckiana mut. velutina* (syn. *O. blanda*) gibt in Kreuzungen mit lauffähigen Arten, welche *O. Lamarckiana* in die Zwillinge *Lacta* und *Velutina* spalten, einformige Bastarde von letzterem Typus. Es zeigt dieses, daß ihr die *Lacta* bildenden Gameten abgehen, und daß sie eine reine *Velutina* ist. Sie hat auch äußerlich die Tracht und die Merkmale, welche die aus so sehr verschiedenen Kreuzungen hervorgehenden Hybriden *Velutina* als an einer selben Gruppe gehörig erkennen lassen.

2. Bei der Kreuzung von *O. blanda* mit *O. Lamarckiana* tritt in der ersten Generation eine Spaltung in zwei bzw. drei Typen auf. Etwa die Hälfte der Bastarde sind der *O. blanda* zum Verwechseln

ähnlich, während die andere Hälfte der *Lamarckiana* gleich kommt, wenn auch keineswegs in vollständiger Weise. Ich nenne die beiden Formen auch hier *Laeta* und *Velutina*, da sie mit den Artbastarden, welche diese Namen führen, im wesentlichen übereinstimmen. Diese *Velutina* sind, soweit untersucht, einförmig; die *Laeta* sind zwar äußerlich nicht verschieden, bilden aber in bezug auf ihre erblichen Eigenschaften zwei Typen. Ich nenne diese *Laeta letalis* und *Laeta rediviva*.

3. Die *Laeta letalis* haben etwa zur Hälfte oder mehr taube Samen (75%) und stimmen also auch in diesem Merkmal mit *O. Lamarckiana* überein. Ihre Nachkommenschaft ist einförmig und der ersten Generation gleich. Namentlich spalten sie keine *Velutina* ab.

4. Die *Laeta rediviva* haben keine oder nahezu keine tauben Samen. Sie spalten nach Selbstbefruchtung etwa zur Hälfte oder mehr *blandina* ab. Die andere Hälfte sind *Laeta*, aber von drei Typen, deren numerisches Verhältnis 1 : 1 : 2 ist, und somit mit der Mendelschen Formel für die Monohybriden übereinstimmt. Eine Gruppe hat rotes Laub und ziemlich niedrige Stengel, eine andere hat rein grüne Blätter und hohe sehr kräftige Stämme. Beide sind in ihrer Nachkommenschaft konstant. Die dritte Gruppe, welche etwa die Hälfte der Bastarde der ersten Generation umfaßt, ist in beiden Merkmalen intermediär; ihre Nachkommenschaft spaltet sich in dieselben drei Formen und nach demselben Verhältnis. Auch dieses stimmt mit den Anforderungen der genannten Formel überein, doch ließen sich die beiden Merkmale, Statur und Farbe, bis jetzt nicht voneinander trennen. Die Samen dieser drei Typen haben vollen Keimgehalt.

5. Bei allen diesen Kreuzungen verhalten sich sowohl *O. Lamarckiana* wie *O. blandina* als isogam.

6. Abgesehen von diesen sekundären Kennzeichen stimmt das Verhalten von *O. (blandina × Lamarckiana) laeta* und *velutina* mit demjenigen von *O. (Hookeri × Lamarckiana) laeta* und *velutina* überein. In beiden Fällen wiederholen die *Laeta* die Spaltung, während die *Velutina* konstant sind.

7. Trotzdem die *Laeta rediviva* keine tauben Samen abspaltet, ist ihre Mutabilität nicht geringer als diejenige der *O. Lamarckiana*.

8. Die Zwillinge *Densa* und *Laxa*, welche aus *O. biennis Chicago* × *O. Lamarckiana* entstehen, beruhen wahrscheinlich nicht in erster Linie auf einem besonderen spaltenden Faktor, sondern auf der Kombination desselben Faktors, wie in *Laeta* und *Velutina*, mit einer anderen Gruppe von erblichen Eigenschaften.

9. Die einförmigen Bastarde, welche aus *O. Lamarckiana* \times *biennis*, *O. Lamarckiana* \times *syrticola* (*muricata*) und den beiden reziproken Kreuzungen der erstgenannten Art mit *O. Lamarckiana* mut. *gigas* entstehen, entstehen auch, und zwar mit genau denselben Merkmalen, aus den entsprechenden Kreuzungen von *O. blandina*. Die Spaltungsfähigkeit von *O. Lamarckiana* führt in diesen Fällen nicht tatsächlich, und somit nicht notwendig, zu einem sichtbaren Dimorphismus der Bastarde.

10. In Verbindung mit den Ergebnissen der Kreuzungen von *Oenothera grandiflora* müssen die tauben Samen als Beweise für die Anwesenheit von letalen Faktoren betrachtet werden. Diese können nur durch Mutation entstanden sein.

11. In *O. grandiflora* wird die sekundäre Mutation alljährlich sichtbar: sie führt hier den Namen mut. *Ochracea*. Sie ist eine Massenmutation im Sinne Bartletts. Dabei wird angenommen, daß eine ursprünglich in *Ochracea* mutierte Sexualzelle sich mit einem normalen Gameten verbunden und so eine Hybridmutante erzeugt hat. Spaltet sich diese in analoger Weise wie die Mendelschen Monohybriden, so kann sich die Spaltung alljährlich wiederholen. In *O. Lamarckiana* dürften die inneren Vorgänge diesen parallel verlaufen, nur wird hier die *Velutina* in der Regel nicht sichtbar.

12. Sind von den letalen Faktoren der eine mit den *Lamarckiana*-Eigenschaften, der andere mit denen der *Velutina* verbunden, so müssen die reinen *Lamarckiana*- und die reinen *Velutina*-Keime zugrunde gehen. Dieses erklärt das Vorhandensein der tauben Samen. Nur die Keime welche durch Kopulation ungleichartiger Gameten entstehen, sind dann lebensfähig. Sie bilden die normalen *Lamarckiana*-Pflanzen unserer Art.

13. Die Spaltungserscheinungen der *O. Lamarckiana* in der ersten Generation nach einer Kreuzung sind somit als Beweise für die Existenz innerer Massenmutationen zu betrachten.

Über die theoretischen Grundlagen des Variabilitäts- und Deszendenzproblems.

Von Dr. med. **Karl Vogtherr.**

(Eingegangen am 5. Oktober 1916.)

„Der Grund und Boden, auf dem alle unsere Erkenntnisse und Wissenschaften ruhen, ist das Unerklärliche; auf dieses führt daher jede Erklärung mittels mehr oder weniger Mittelglieder zurück.“

Schopenhauer.

Das Variabilitäts- und Deszendenzproblem ist durch neuere Forschungen in ein bemerkenswertes Stadium des Fortschrittes getreten. Versuche, wie die Johannsens, haben die Unhaltbarkeit der Zuchtwahllehre im Sinne Darwins dargetan, indem sie den Mangel an Steigerungsfähigkeit bei den gewöhnlichen fluktuierenden Variationen, mit denen die „natural selection“ operiert, erwiesen. Noch wichtiger erscheinen uns Versuche, in welchen die Umzüchtung von Tieren durch die Einwirkung einer künstlich veränderten Umgebung gelang, wobei die erzielten Veränderungen erblich waren und Artcharakter hatten. Derartige Experimente, wie sie in den letzten Jahren vor allem Tower und Kammerer glückten, sind äußerst wertvolle Bereicherungen unseres empirischen Wissens von der Variabilität und damit zugleich von der Möglichkeit der Evolution der Lebewesen.

Während also im Empirischen einwandfreie Fortschritte gemacht wurden, liegt die Theorie dennoch im argen und klammert sich am Althergebrachten fest. Denn obwohl alle Versuche zweifellos die Wichtigkeit des äußeren Einflusses dartun, also geradezu auf die Theorie der direkten Bewirkung hindeuten, wird der Kampf zwischen den Anhängern Lamarcks und Darwins mit den alten abgenützten Waffen fortgesetzt. Zwar weiß jede der beiden Lehrmeinungen gegen

die gegnerische Stichhaltiges vorzubringen und in ihrer Kritik der anderen Ansicht haben beide gewiß recht: aber beide versagen, wenn es gilt, selbst Positives zu leisten und Licht in die von der Gegenpartei vorgebrachten Widersprüche zu bringen. Der Darwinismus verliert sich dann in Sophisterei, der Lamarckismus in Psychismus und Mystizismus, und die an strengen Prinzipien festhaltende Wissenschaft geht leer aus. Der Grund dieses fruchtlosen Stillstandes der Theorie ist offenbar darin zu suchen, daß man teils, wie die Darwinisten, am Äußerlichen haftet, teils, wenn man versucht in die Tiefe zu gehen wie im Neolamarckismus, man schon im Grundproblem der wissenschaftlichen Naturauffassung sich verfehlt und zu Resultaten gelangt, welche mit einer kritischen Erkenntnistheorie unvereinbar sind und schon a priori nach den Gesetzen der reinen Vernunft abgelehnt werden müssen.

1. Grundlegendes über die organische Form und die Variabilität.

Obwohl es die Aufgabe der Variabilitätslehre wie auch der Deszendenztheorie ist, die organische Form begreiflich zu machen, übersehen doch beide, was uns — allgemein betrachtet — über die Form eines jeden Naturgebildes bekannt sein kann, und sie versäumen bei der älteren und solider fundierten Wissenschaft vom Anorganischen in die Lehre zu gehen, um Aufklärung darüber zu bekommen. Als allgemein verständlicher Ausgangspunkt für unsere weiteren Erörterungen und Folgerungen diene uns daher die Betrachtung der Form anorganischer Naturgebilde, also von Objekten, welche aus dem Wirken der unbeeinflussten anorganischen Natur hervorgehen und nicht von Menschenhand erzeugte Artefakte sind. Wie pflegen wir z. B. die Form eines rundgeschliffenen Kieselsteines aufzufassen, den wir im Geröll eines Flußbettes finden? Diese Form erscheint uns bis zu einem gewissen Grade begreiflich. Denn, wie wir alle wissen, ist sie dem Umstand zuzuschreiben, daß durch den Anprall des Wassers und anderer Steine die Kanten und Spitzen abgeschliffen und abgerundet wurden. Der Einfluß der äußeren Ursachen macht also in diesem Falle die Form verständlich, und wir verstehen aus ihnen ohne weiteres, warum sie eine Abrundung aufweist. Finden wir dagegen frische Bruchstücke eines homogenen Gesteines, welche durch Splitterung hervorgebracht sind, z. B. in den Trümmern eines Bergsturzes, so werden wir völlig regellose Gestaltungen vor uns

haben und pflegen dann die Form eines solchen Bruchstückes zufällig zu nennen. Bei einigem Nachdenken werden wir jedoch zu der Einsicht gelangen, daß uns diese Form zwar zufällig aber doch nicht schlechthin unbegreiflich erscheint, insofern wir jederzeit durch Schlag mit dem Hammer ähnliche Bruchstücke erzeugen können und die Gestaltung hier offenbar ebenfalls von der Art der äußeren Bearbeitung, von der Einwirkung der äußeren Ursachen bestimmt wird. Die Form der Stücke eines homogenen Gesteines erscheint uns also, auch wenn wir sie bei Unkenntnis der speziellen Art der äußeren Einwirkung in einem konkreten Falle „zufällig“ nennen, doch stets bis zu einem gewissen Grade begreiflich, indem sie nämlich von dieser allein abhängig, im übrigen aber beliebig ist. — Legen wir jedoch in Gedanken neben den abgeschliffenen Kiesel oder den Gesteinsplitter einen Kristall und wenden auf diesen die gleiche Betrachtungsweise an, so wird uns sofort ein grundsätzlicher Unterschied deutlich bewußt werden: Die Form des Kristalles ist keineswegs zufällig (in dem obigen Sinne), noch auch aus den äußeren Ursachen, die bei seiner Entstehung wirksam gewesen sein mögen, irgendwie begreiflich. Weder das naive Urteil, noch die Wissenschaft kann uns die spezifische Gestalt eines Kristalls aus sinnlich wahrnehmbaren Ursachen erklären. Wir stehen hier vielmehr einem im Grunde unerklärlichen Phänomen der Gestaltung gegenüber, welches höchstens Hypothesen von stets zweifelhafter Beglaubigung begreiflich zu machen suchen, welches jedoch nicht äußere Ursachen, äußere Einwirkung bis zu einem gewissen Grade wirklich begreiflich machen.

Wir fassen das Ergebnis unserer Betrachtungen dahin zusammen, daß einige anorganische Naturobjekte in ihrer Form „zufällig“ oder aus äußeren Einwirkungen (relativ) erklärbar sind: diese Formen wollen wir atypische nennen, weil sie, wie die Gestaltung eines Tonklumpens, nur von den von außen kommenden zufälligen Einwirkungen, von dem Gang der äußeren Ursachen abhängig, im übrigen aber beliebig und ohne Regel sind. Andere Naturformen dagegen sind typisch, nicht regellos sondern regelmäßig. Derartig typisch geformte Naturgebilde folgen in ihrer Gestaltung nicht den äußeren Einflüssen, sondern einer inneren Gesetzmäßigkeit.

Dies Resultat ist jedoch nur ein vorläufiges und eine nochmalige Betrachtung des Kristalls wird uns lehren, es zu berichtigen. Auch an diesem können wir nämlich bei genauerem Zusehen Formeigentümlichkeiten erkennen, welche offenbar aus äußerer Einwirkung erklärlich sind, z. B. Erscheinungen von Abnützung an den Kanten, abgebrochene

Spitzen usw.: mehrere nebeneinander auf einem Gesteinsgrund gewachsene Kristalle lassen oft deutlich erkennen, daß sie sich gegenseitig bei ihrem Wachstum den Platz streitig machten, einige von ihnen erscheinen wegen Rummangels von anderen verschoben und in ihrer Entwicklung beengt. Der unbefangene Beobachter bekommt unwillkürlich den Eindruck, daß hier Gebilde nach einer bestimmten Gesetzmäßigkeit sich zu gestalten strebten, während die äußeren Umstände es nur bedingt zuließen und abändernd eingriffen. Also aus dem Widerstreit der inneren Gesetzmäßigkeit mit äußeren Einflüssen gestaltet sich das reale typische Objekt, an dem wegen dieses Widerstreits der Typus, d. h. der reine Ausdruck jener Gesetzmäßigkeit nicht rein verwirklicht ist. Denn der typische Kristall ist offenbar ein stereometrisches Gebilde, reale Körper werden jedoch nie die ins Unendliche gehende Genauigkeit, welche die Mathematik fordert, erreichen. Es gibt also kein völlig typisches Naturgebilde, sondern die oben kurzweg typisch genannten sind solche, in denen sich der Ausdruck des Typischen mit Atypischem (Regellosem) mischt. Dies lehrt unter anderem auch ein auf einer Tischplatte befindlicher Quecksilbertropfen; daß er sich der Kugelform annähert, ist offenbar Ausdruck des Typischen und wird deshalb dem Wirken an sich selbst unerklärlicher Naturkräfte zugeschrieben: die Form, die ein solcher Tropfen jedoch realiter annimmt, ist mit von der Oberflächengestaltung der Tischplatte an der Berührungsstelle abhängig und nicht durch eine innere Gesetzmäßigkeit, sondern durch die zufällige Art eines seiner typischen Gestalt entgegenwirkenden Eindrucks mit bestimmt. Das Typische bleibt sich stets gleich und so wird der Quecksilbertropfen in allen möglichen Lagen sich der Kugelgestalt nähern: die atypische Komponente in seiner realen Gestaltung ist jedoch regellos und wird durch die Art der äußeren Einwirkung, nämlich des jeweiligen Gegendrucks der festen Gegenstände, mit denen er in Berührung ist, hervorgerufen. Diese Feststellung des Typischen im materiellen Geschehen unter dem Wirrwarr des Regellosen ist die eigentliche Aufgabe der Naturwissenschaft. Denn aus idealen Grenzfällen setzt sich die wirkliche Gestaltung, der wirkliche Vorgang zusammen und kann aus ihnen rekonstruiert werden.

Um nun auf unser biologisches Problem zu kommen, werden wir uns zunächst fragen: sind die Organismen atypische oder (relativ) typische Naturgebilde? Offenbar letzteres, denn sie kommen nicht in jeder beliebigen Gestalt vor wie Wolkenfetzen, sondern in regelmäßiger wie

Kristalle und können nicht in irgendwelcher Form existieren wie Gesteinsbruchstücke, sondern nur in ganz bestimmten typischen Formen. Die Organismen sind also typische Naturgebilde und in ihren realen Formen wird sich ebenfalls der Ausdruck des Typischen mit dem des Atypischen mischen, wie dies unumgänglich notwendig ist. Wir werden jedoch weitergehen und den Unterschied der typischen Naturgebilde des Organischen von denen des Anorganischen festzusetzen suchen. Dazu verhilft uns die Einsicht, daß anorganische typische Naturgebilde stets entweder homogen oder beliebig heterogen sind, d. h. das Typische an ihnen erstreckt sich nicht auf die verschiedenartige Beschaffenheit der Teile. Kristalle z. B. sind typisch-homogene Körper (wenn auch zuweilen anisotrop), Weltkörper können heterogene Gebilde sein, jedoch betrifft die Verschiedenheit der sie zusammensetzenden chemischen Stoffe nicht das Typische, sondern ist beliebig, unbeschadet der typischen Form, z. B. der Kugelgestalt, welche nur einen flüssigen oder gasförmigen Zustand, gleichgültig welcher Substanz, zur Voraussetzung hat.

Demgegenüber sind Organismen die einzigen Naturgebilde, welche typisch-heterogen zusammengesetzt sind¹⁾, d. h. die Verschiedenartigkeit der Teile ist hier nicht beliebig, sie können nicht unbeschadet der Existenz des Naturgebildes so oder auch irgendwie anders sein. Durch eine völlig objektive Betrachtung der Naturdinge gelangen wir also zu folgendem wichtigen Ergebnis:

Organismen sind nach einer inneren Gesetzmäßigkeit gebaute Gebilde, und diese Gesetzmäßigkeit begreift zugleich die verschiedenartige Beschaffenheit der Teile in sich; oder mit anderen Worten: sie begreift die Organisation in sich. Diese ist nichts Atypisches und deshalb nichts, was aus äußerer Einwirkung wie das Atypische an einer Gestaltung begreiflich sein kann. Daher kann ein Organismus nicht ein durch äußeren Zufall in seinen Teilen zusammengefügtes Gebilde sein, sondern er gehorcht, was das Typische anbelangt, im ganzen, wie in seinen Teilen, einer inneren Gesetzmäßigkeit.

Den gleichen Grundgedanken des prinzipiellen Unterschiedes zwischen dem Typischen und dem Atypischen werden wir weiterhin verfolgen können, wenn wir an Stelle der ruhenden Gestaltung eines Naturgebildes die Veränderungen seiner Gestaltung, also die Variabilität betrachten. Im Hinblick auf sie werden wir im vornherein sagen

¹⁾ Siehe H. Driesch „Naturbegriffe und Natururteile“, § 252—254.

können: An Naturgebilden, welche Typisches und Atypisches in ihrer Gestalt vereint enthalten, kann die Veränderung entweder das Typische oder das Atypische betreffen. Und diese Unterscheidung in den einzelnen Variationsformen ist deshalb eine grundlegende, weil sie die Variabilität aller Naturgebilde, nicht nur der organischen, umfaßt und weil sie zurückreicht auf das Schema des Begreifens, welches ganz im allgemeinen gegenüber einem materiellen Vorgang angewandt wird; denn für einen solchen Vorgang bestimmend sind einerseits die ursächlichen Bedingungen, unter denen er erfolgt, andererseits die Art der inneren (Gesetzmäßigkeit (Naturkraft), welche ihn wirkt und welche eine konstante und gesetzmäßige Richtung des Geschehens zum Ausdruck zu bringen sucht, durch die äußeren Umstände jedoch stets eine Hemmung ihres Bestrebens erfährt. Zum Beispiel wird ein fallender Körper nicht die volle vom mathematischen Gesetz verlangte Geschwindigkeit erreichen (welche den idealen Grenzfall vorstellt), weil der Widerstand der umgebenden Medien, der Luft, des Wassers usw. ihn aufhält. Sucht sich also das Typische in einem Gebilde auszuprägen, so werden die äußeren Umstände, die ursächlichen Bedingungen, unter denen es entsteht, verhindern, daß es sich rein realisiert, und da die äußeren Umstände nie ganz genau die gleichen sein können, so werden auch Gebilde vom gleichen Typus mehr oder weniger verschieden ausfallen. Aus diesem Grunde sind zum Beispiel die Kristalle derselben chemischen Substanz nicht mathematisch genaue, unter sich absolut gleichgestaltete Körper; die einzelnen Kristallindividuen zeigen also eine Variabilität, welche das Atypische betrifft, indem der gleiche Typus sich in verschiedenen Exemplaren aus äußeren Gründen verschieden ausprägt. Weil in diesen Fällen die Grundlage der Form, das Gesetzmäßige in ihr, d. h. der Typus stets sich gleich bleibt, so sei diese Art der Formverschiedenheit von Körpern gleicher Art homotypische Variabilität genannt. — Es gibt jedoch auch einige chemische Substanzen, „dimorphe“ Stoffe z. B. Quecksilberjodid, welche bei einer bestimmten Temperatur ihre Kristallfiguration ändern und sich in eine neue umlagern: dieser Modus der Formabänderung ist offenbar etwas von der eben beschriebenen Variabilität grundsätzlich Verschiedenes. Denn hier ist die innere Gesetzmäßigkeit der Form eine andere geworden, der Typus hat sich geändert, es hat eine heterotypische Reaktion stattgefunden, eine heterotypische Variabilität sich kund getan. Wir entnehmen daraus die Folgerung, daß ein Wechsel in der Gestaltung von Naturkörpern (eine Variation):

1. hervorgerufen sein kann durch Änderung in den äußeren ursächlichen Bedingungen bei konstanter innerer Gesetzmäßigkeit der Formbildung (oder — wenn man will — bei gleichbleibendem Gestaltungsagens),

2. verbunden sein kann mit einem Wechsel der inneren Gesetzmäßigkeit selbst (natürlich ebenfalls unter vorausgehender Zustandsänderung der äußeren Bedingungen, wie es das Kausalgesetz fordert).

Zunächst einiges Nähere über die homotypischen Variationen. Sie bestehen, wie aus ihrer akzidentellen Natur hervorgeht, in einem Schwanken um einen Mittelwert (den Typus) nach allen möglichen Richtungen (während die heterotypische Variation diesen Mittelwert selbst verschiebt); sie sind eine durchgängig notwendige Erscheinung, weshalb sie auch dort nicht fehlen können, wo eine heterotypische Variation statthat, vielmehr neben dieser am gleichen Objekt sich finden werden: der Grad ihrer Abweichung gehorcht im allgemeinen den Gesetzen der Wahrscheinlichkeit und der mathematischen Zufallskurve. Eine besondere Gruppe der homotypischen Variationen an Organismen bilden die sogenannten „funktionellen Anpassungen“ (Arbeitshypertrophie der Muskeln, Schwielenhaut usw.), welche nicht erblich sind und deren Ausbildung deshalb auch keinen Einfluß auf die Entstehung der Arten haben kann. Diese nicht erblichen Anpassungen können in eine Parallele gebracht werden zu Heilungsvorgängen, nur daß bei ersteren die von außen kommende Störung noch nicht so groß ist, um schon als zum Krankhaften führend bezeichnet werden zu können. Die Bilder und Vorgänge, mit denen sich die pathologische Anatomie beschäftigt, sind nämlich ebenfalls homotypische Variationen und zeigen in ihrer Kombination aus sogenannter „zweckmäßiger“ Reaktion und „unzweckmäßiger“ Zerstörung aufs schönste die Mischung, um nicht zu sagen den Kampf, des Typischen mit dem Atypischen an einer realen Gestaltung, d. h. das Bestreben des typischen Organismus, den Typus wieder rein herzustellen zusammen mit der verschleiernnden Wirkung, welche äußere Einflüsse, hier die krankheitserregenden, auf die reine Ausbildung des Typischen ausüben.

Homotypische Variationen können jedoch auch in erblicher Form auftreten, wenn die sie hervorrufende Bewirkung die Keimzellen beeinflusst. Jedoch wird diese Erbllichkeit nicht stets eine strenge sein, z. B. häufig nur in der Vererbung einer krankhaften Disposition bestehen, welche sich dann in verschiedener Weise am Deszendenten äußern kann (vergl. die Vererbung von Nerven- und Geisteskrankheiten).

Der heterotypischen Variation liegt, wie ihr Name sagt, eine Umprägung des Typus zugrunde. Sie betrifft daher bei Organismen die ganze Organisation¹⁾, nicht nur einzelne Merkmale, wie dies die homotypische Variation tut. Sie ist ferner (ebenfalls im Gegensatz zur homotypischen Variation) stets bestimmt gerichtet und in der Aneinanderreihung der Typen, welche auseinander hervorgehen können, herrscht Gesetzmäßigkeit. Homotypische Variationen eines gegebenen Organismus sind auch qualitativ in großer Anzahl möglich, dagegen nur eine (oder einige) oder überhaupt keine heterotypische Variation. Ferner kommt als weiterer wichtiger Unterschied in Betracht, daß der homotypischen Variation unter allen Umständen Erbllichkeit zukommt; denn da sie den ganzen Typus, d. h. das Gestaltungsprinzip einer ganzen Organisation betrifft, so sind darin als ein Teil desselben auch die Keimzellen inbegriffen. Also werden auch diese in einer zu der übrigen Abänderung des Somas korrespondierenden Weise an der Umprägung teilnehmen.

Es wurde bereits angeführt, daß die homotypische Variation eine durchgängig notwendige Erscheinung ist, also in keinem Einzelfalle fehlt: im Gegensatz dazu wird die heterotypische Variation sich nur unter besonderen Umständen ereignen. Erstere wird daher durch alle möglichen Einflüsse, letztere nur durch ganz bestimmte äußere Ursachen hervorgerufen werden.

Diese theoretischen Feststellungen harmonieren aufs beste mit den Ergebnissen der experimentellen Forschung. Johannsen hat die „fluktuierende Variationen“ genannten Formabweichungen bei Pflanzen durch Versuche analysiert und gezeigt, daß sie um mehrere Mittelwerte (die Typen) sich gruppieren. Sie sind also nach unserer Bezeichnung homotypischen Charakters. Ferner kennt man in den Mutationen schon seit langem eine Art Abänderung der Organismen, welche den ganzen Typus umgestaltet und neue Arten hervorgehen läßt. Die echten, den ganzen Organismus beeinflussenden und erblichen Mutationen liefern den deutlichsten empirischen Beweis für das Bestehen der heterotypischen Variation im Organismenreiche. Man darf uns jedoch hier nicht entgegenhalten, unsere Ausführungen böten offenbar nichts weiter, als eine neue überflüssige Terminologie für die geläufige Unterscheidung zwischen fluktuierender Variation und Mutation. Denn wenn

¹⁾ Die Veränderungen können natürlich an einzelnen Teilen von verschieden großem Ausschlage und deshalb nicht an allen Teilen gleichmäßig erkennbar sein.

auch im allgemeinen die konkrete fluktuierende und homotypische Variation, die konkrete Mutation und heterotypische Variation identisch sein mögen, so sind sie es doch nicht ausschließlich und die so bezeichneten Begriffe sind durchaus nicht Synonyma, sondern von verschiedener Abstammung und verschiedenem Inhalt. Während nämlich die herrschende Auffassung in den Fehler verfällt, die Einteilung nach nur äußerlichen Kennzeichen, dem großen oder geringen Ausschlage der Variation, oder der fehlenden oder vorhandenen Erblichkeit, vorzunehmen, handelt es sich für uns um eine prinzipielle Unterscheidung. Jener Fehler zeigt sich z. B. deutlich darin, daß man nicht immer mit Schärfe Mutationen von Monstrositäten unterscheidet, welche letztere für uns erbliche oder nicht erbliche exzessive homotypische Variationen sind, wie schon aus ihrer meist pathologischen Natur hervorgeht. Beide von uns unterschiedenen Gruppen der Variationen können also Einzelfälle von großer oder geringer Amplitude der Abänderung enthalten, welche vielleicht nur von der Intensität der einwirkenden Ursache abhängig ist. Es gibt wohl auch heterotypische Variationen von sehr geringem Ausschlage, welche, obwohl sie äußerlich den Eindruck von fluktuierenden Variationen machen mögen, doch von den gewöhnlichen fluktuierenden, d. h. homotypischen Variationen geringen Ausschlags streng unterschieden werden müssen. Sie können als heterotypische Variationen steigerungsfähig sein und stellen, wenn im phylogenetischen Prozeß langsam durch lange Zeiträume hindurch in gleicher Richtung weitergeführt, die orthogenetische Abänderung (Eimer) vor. Es bestehen also keine prinzipiellen, sondern nur graduelle Unterschiede zwischen Mutation und Orthogenese.

Über die Ursachen der Variabilität (also auch der Entwicklung der Arten) kann man sich kurz fassen. Denn schon im Begriff der Ursache liegt, daß sie ein Vorgang, eine Veränderung an einem Teil der Materie ist, welche an einem anderen Teil eine Wirkung hervorruft. Also sind die Ursachen für die Abänderung auch der Organismen in letzter Hinsicht stets äußere, nämlich Veränderungen in den Lebensbedingungen, der Wechsel im „milieu“.

Die hier vertretene Auffassung verhilft auch dem Gegensatz Art-Varietät, welcher seit Darwin im Prinzip aufgehoben war, zu neuem Rechte und zeigt, daß er insofern eine Wahrheit in sich birgt, als er auf dem Gegensatz der zwei an der Gestaltung eines Naturobjekts unterscheidbaren Komponenten, des Typischen und des Atypischen beruht. Unrichtig ist nur die frühere Lehre, die Art stelle das durch

unausgefüllte Lücken oder durch Varietäten von anderen Arten Geschiedene dar. Es gibt vielmehr fließende Übergänge nach zwei Richtungen: Einmal zwischen Arten infolge der Kontinuität der Typen und zweitens zwischen den Modifikationen eines bestimmten Typus (den homotypischen Variationen). Diesen neuen Artbegriff kann man ohne Schwierigkeit anwenden auf die Elementararten von de Vries und die Angehörigen einer reinen Linie Johannsens, welche letztere Vertreter des gleichen Typus, homotypische Varietäten einer Art sind.

Die Einteilung der Variationen in zwei Hauptgruppen und vermittle dieser auch die Unterscheidung der Artmerkmale und die richtige Definition der Art läßt sich also zurückführen auf den allgemeinen Satz, daß die Reaktion eines Körpers im Effekt nicht nur abhängig ist von seiner Gesetzmäßigkeit zu reagieren, sondern zugleich von den äußeren Umständen, unter deren Einwirkung die Reaktion vor sich geht¹⁾, daß jedoch zweitens auch seine Gesetzmäßigkeit zu reagieren unter dem Einfluß äußerer Ursachen eine andere werden kann²⁾.

2. Die Evolution der Organismen.

Für die Entstehung der Arten kommen, wie sich aus den Ausführungen des vorigen Abschnitts von selbst ergibt, allein die heterotypischen Variationen in Betracht³⁾, denn sie allein sind bestimmt gerichtet, steigerungsfähig und erblich zugleich. Wie die Organismen Wesen

¹⁾ Anders ausgedrückt: daß die Veränderung eines Körpers auf eine äußere Einwirkung hin ebensowohl bedingt ist von seiner eigenen Gesetzmäßigkeit als von der Gesetzmäßigkeit anderer Körper, mit denen er dabei in Kontakt kommt, oder auch als von den Kräften anderer Körper, mit denen die ihm innewohnenden in Konflikt geraten.

²⁾ Es kann uns natürlich nicht entgangen sein, daß die Organismen nicht stets einen bestimmten Typus repräsentieren, sondern häufig eine Mischung aus Typen. Obwohl dieser Umstand unserer Auffassung keine grundsätzlichen Schwierigkeiten bereitet, muß, um diese kurze Darstellung nicht zu sehr zu komplizieren, die Variabilität auf Grund der Bastardierung übergangen werden, welche als die dritte Hauptgruppe der organischen Formverschiedenheit den zwei beschriebenen sich hier eigentlich anreihen müßte.

³⁾ Die Variabilität auf Grund der Bastardierung ist für die fortschreitende Artbildung bedeutungslos. Denn abgesehen davon, daß Bastarde in der freien Natur selten sind und infolge ihrer geringeren Widerstandskraft dem Kampf ums Dasein häufig nicht gewachsen, können durch die Bastardierung keine neuen organisatorischen Merkmale entstehen, sondern nur die vorhandenen gemischt werden.

sind, welche nach innerer ihnen selbst eigener Gesetzmäßigkeit gebaut sind, so werden auch die Wege, welche die phylogenetische Entwicklung geht, gesetzmäßige sein. Das Fortschreiten der Typen auf diesen Wegen von einer Form zur andern, wobei kleinste Übergänge jedenfalls möglich sind, berechtigt uns von einer Kontinuität der Typen zu reden. Diese enthält wie in einem Plane zugleich die für den phylogenetischen Prozeß möglichen Wege. Welche von diesen Wegen im konkreten Falle beschritten werden und welche nicht, hängt vom „Zufall“ ab, d. h. wird von den Ursachen, den äußeren Umständen mit bestimmt, die unter den Möglichkeiten, wie stets, so auch hier, die Auswahl treffen.

Die Bahnen der phylogenetischen Entwicklung sind also ihrer Möglichkeit nach (potentia) gesetzmäßig festgelegt und unverrückbar. Dies formuliert einen Gegensatz zum Darwinismus wie zum Lamarckismus, welche sich darauf beschränken, als Ausgangsmaterial der Artentwicklung nur Variationen einzelner Organe anzunehmen, jedoch nicht solche des ganzen Organismus in allen Teilen zugleich. Auch halten die Anhänger beider Theorien daran fest, daß was die Richtung der Variationen bestimmt, nicht eine innere Gesetzmäßigkeit, sondern äußere Faktoren seien, nämlich entweder die Anforderungen im Kampfe ums Dasein oder die durch den Wechsel der Lebensbedingungen hervorgerufenen neuen „Bedürfnisse“. Beide sonst so entgegengesetzte Richtungen verfallen damit in den gleichen Grundirrtum, aus einem gegebenen Organismus könne, wenigstens theoretisch, alles und jedes werden, wenn nur die äußeren Lebensbedingungen entsprechend sich gestalteten und durch genügend lange Zeit zur Wirkung kämen. Der Organismus ist für sie eine bildsame Masse ohne innere Gesetzmäßigkeit und inneren Halt, vergleichbar einem Klumpen feuchten Tons, aus welcher die Auslese im Kampfe ums Dasein, das empfundene Bedürfnis, der Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe usw. die in jedem Falle den äußeren Verhältnissen entsprechende Lebensform herausmodellieren. Diese seltsame Auffassung steht vollständig in Widerspruch mit dem Verhalten anorganischer typischer Naturgebilde und ist deshalb zu verwerfen, weil sie den Organismen, obwohl sie typische Naturgebilde sind, jede innere Gesetzmäßigkeit ihres Aufbaues und ihrer fortschreitenden Variabilität abspricht.

Keineswegs wird demnach unter allen Umständen der Wechsel in der Umwelt stets die entsprechenden „Anpassungen“ hervorzubringen; die Entstehung der Arten wird also nicht beherrscht von einem das kausale Geschehen durchweg zugunsten der Organismen lenkenden

teleologischen Prinzip, das dafür sorgte, daß die Änderung in den Lebensbedingungen, welcher Art sie auch sei, durch eine ihr folgende und sie kompensierende Abänderung im Bau der Organismen stets zu deren Nutz und Frommen ausschläge, wenigstens ihrer Existenz nicht nachteilig sei. Vielmehr wird es vom Zufall abhängen, ob durch den Wechsel in der Umwelt jene ganz bestimmten Ursachen eintreten, welche in einem Organismus von bestimmter Art eine heterotypische Variation hervorzurufen geeignet sind und damit eine Reaktion, welche der neuen Umwelt angemessen ist, die weitere Lebensfähigkeit verbürgt und die Art vom Untergange rettet.

Dem Evolutionsprozeß kommt aber auch keine Zielstrebigkeit oder treibende Kraft zu, welche unter allen Umständen, automatisch und unabhängig von den Verhältnissen und Veränderungen der Außenwelt einem Ziele der Entwicklung zustrebt. Denn, wie gesagt, von den äußeren Umständen, von den Zufälligkeiten im Wechsel der Lebensbedingungen hängt es ab, ob überhaupt einer und welcher der möglichen phylogenetischen Wege in einem konkreten Falle beschritten wird. — Auch gibt es keine durch den Evolutionsprozeß zu stande gebrachte Vervollkommnung der Organe. Die Natur pfuscht nie und nirgends und hat es nicht nötig ihre Werke durch eine langsame Arbeit von Jahrmillionen zu verbessern. Sondern jeder Organismus ist in seiner Art, auch in der einfachsten Form, vollkommen und war es zu Zeiten des Silur nicht weniger wie heutigen Tages, stets und überall auf das genaueste einer bestimmten Umgebung angepaßt, wie die paläontologischen Funde lehren. Der Evolutionsprozeß ist also nicht ein Gang zu zunehmender Vervollkommnung und Anpassung, sondern zu zunehmender Mannigfaltigkeit und Differenziertheit der Organismen, also ein Entfaltungsprozeß und nichts weiter. Der Reichtum der organischen Bildungen wird durch ihn im Verlaufe ungeheurer Zeiträume zu voller Entfaltung gebracht.

3. Die Vererbung.

Die Vererbungslehre weist zwei in sich verschiedene Hauptprobleme auf: einmal das der Wiederholung und Vervielfältigung des Bestehenden an einem Organismus und zweitens das der Reproduktion von Abänderungen an der Gestaltung des erwachsenen oder wachsenden Organismus, von Merkmalen, welche die Vorfahren noch nicht aufwiesen, also das Problem der „Vererbung erworbener Eigenschaften“.

Das erste von beiden Problemen ist nur scheinbar ein selbständiges und rein biologisches. Denn die Vererbung bestehender Merkmale läßt sich zurückführen auf das Axiom: „gleiche Ursachen — gleiche Wirkungen“, welches von jeher die Grundlage für die Auffassung der Reproduktion im Anorganischen abgab. Am gleichen Ausgangsmaterial werden die gleichen organisatorischen Kräfte tätig und bringen deshalb den gleichen Endzustand hervor, gleiches Keimplasma muß also unter gleichen Entwicklungsbedingungen stets mit Notwendigkeit die gleiche Organisation ergeben. Diese Auffassung ist unvergleichlich natürlicher, als die Vorstellung, die fertigen Organe eines Körpers reproduzierten sich durch irgend eine Einwirkung auf die Keimzellen oder mit Hilfe einer mystischen „Vererbungskraft“. Eine solche Kraft, deren alleinige Aufgabe also Reproduktion wäre, anzunehmen ist Nonsens, denn jede Naturkraft im Organischen wie Anorganischen reproduziert, d. h. wiederholt das Gesetzmäßige in Vorgängen und Bildungen bei eintretenden Ursachen.

Nicht das Fertige an einem Organismus wirkt demnach als Ursache durch irgend einen Einfluß seine Reproduktion, sondern allein die ersten ursächlichen Bedingungen, d. h. das Ausgangsmaterial reproduziert sich — es kann dies durch Teilung, weil es von wenig gegliederter Beschaffenheit ist — und die Wirkungen, die ausgebildeten Organismen, müssen dann bei gleichen Entwicklungsbedingungen die gleichen sein. Die Reproduktion des Ausgangsmaterials, d. h. des Keimplasmas durch Teilung erscheint relativ begreiflich nur unter der Annahme, daß es frei von distinkten Anlageteilchen (Determinanten) ist und von verhältnismäßig einfacher Struktur.

Schwieriger läßt sich das Problem der Vererbung erworbener Eigenschaften an. Diese Art der Vererbung ist zwar a priori nicht zu einer Deszendenztheorie erforderlich; denn es genügt vollständig, daß die äußeren Ursachen zum Keimplasma vordringend nur an diesem die heterotypische Variation hervorrufen, was ebenfalls unter der Annahme seiner relativ einfachen Struktur und in Anbetracht der geringen Veränderung, welche am Keimplasma notwendig ist, um bedeutende Wirkungen zu erzielen, der Vorstellung keine übergroßen Schwierigkeiten bereitet. Ist das Keimplasma eines neuen Typus durch heterotypische Reaktion entstanden, so wird es sich nach den Gesetzen der embryonalen Entwicklung zum entsprechenden fertigen Organismus ausbauen, ohne daß eine Beeinflussung des letzteren notwendig erscheint.

Nach neueren Versuchen (z. B. dem bekannten Experiment Kamerers mit der Geburtshelferkröte) scheint jedoch die heterotypische Reaktion nicht nur dem Keimplasma, sondern auch dem Soma zuzukommen, allerdings wohl nur jugendlichen, nicht völlig ausgewachsenen Teilen des letzteren. Dies zeigt, daß die Gegenüberstellung von Soma und Keimplasma als gewissermaßen differenter Organismen etwas Gekünsteltes ist: vielmehr ist der typische Organismus stets ein Ganzes, Zusammengehöriges, dessen einzelne Teile alle im engsten Konnex miteinander stehen.

Die in solchen Versuchen zutage getretene Vererbung erworbener Eigenschaften erklärt sich uns auf folgende Weise:

Alle Teile des Körpers sind auf die ganz bestimmte Ursache, welche die heterotypische Reaktion auslöst, abgestimmt, d. h. wenn durch das Medium der Säfte des Körpers (oder auf andere Weise) die ursächliche Einwirkung an alle Teile herantritt, so erfolgt in allen Teilen die heterotypische Reaktion, soweit sie noch genügend bildungsfähig sind, also noch nicht altern; die heterotypische Variation kann also jedenfalls an allen Teilen (Keimplasma und Soma) und auch in jedem Bildungsstadium vom Keimplasma bis zum fertigen Soma eintreten, sobald die bestimmte ursächliche Einwirkung die einzelnen Teile erreicht. Da nun die heterotypische Variation bedeutet, daß ein ganz bestimmter neuer Typus an Stelle des ihm vorhergegangenen tritt, so ist dadurch zugleich die Koadaption der Teile gewahrt. Wir lehnen also die Anschauung ab, ein durch irgend eine Einwirkung abgeändertes Organ bewirke erst seinerseits wieder die koadaptive Abänderung anderer, etwa durch funktionelle Anpassung und stelle so die Harmonie im Organismus wieder her. Vielmehr ist die Abänderung eines Organes nicht die vorhergehende Ursache der Abänderung anderer, sondern in Wirklichkeit ist die eine heterotypische Variation herbeiführende Ursache die Ursache der Abänderung aller Teile zugleich.

Die heterotypische Variation ist schon ihrer Möglichkeit nach beschränkt und auch wenn sie möglich ist als bestimmte Reaktion von ganz bestimmten ursächlichen Einwirkungen abhängig (im Gegensatz zu den stets möglichen homotypischen Variationen, welche, durch die mannigfaltigsten Einflüsse hervorgerufen, auch mannigfaltig und richtungslos ausfallen). Dadurch fällt Licht auf das Ergebnis der bisherigen Forschung, aus welchem hervorgeht, daß nur selten erworbene Eigenschaften erblich sind. Nicht erblich sind vor allem zum großen Bedauern

der Anhänger Lamarcks die Veränderungen durch Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe. Das verschiedene, scheinbar launenhafte Verhalten erworbener Eigenschaften hinsichtlich ihrer Erbllichkeit ist offenbar durch die hier gegebene prinzipielle Unterscheidung der zwei Hauptgruppen der Variabilität erklärt.

Wenn behauptet wird, Versuche wie z. B. die Kammerers mit der Geburtshelferkröte bewiesen nur scheinbar die Vererbung erworbener Eigenschaften, weil ja die abändernden Einflüsse auch direkt auf die Keimzellen, nicht nur auf das Soma hätten wirken können, und weil die Vererbung nur in der ersten, aus diesen Keimzellen sich entwickelnden Generation festgehalten würde, jedoch nicht in weiteren, so irrt man auf Grund einer falschen durch keinen Beweis gestützten Vorstellung von dem Vorgang der Vererbung. Denn eine Vererbung erworbener Eigenschaften ist doch in diesen Versuchen offenbar erzielt worden, da ja die gleichen Abänderungen auch an der ersten Generation sich wieder zeigten. Die Vorstellung, daß die Abänderung des Somas vorangehen müßte und erst diese ihrerseits die der Keimzellen bewirke, ist zwar die geläufige, aber durchaus nicht zum Begriff der Vererbung erforderlich. Es erfolgt vielmehr in diesem Falle eine in Koadaption stehende Abänderung des Somas und der Keimzellen zugleich und unter dem Einfluß des gleichen äußeren Wechsels, also eine heterotypische Reaktion. Es gibt vermutlich keine Vererbung, hervorgerufen durch neue Eigenschaften des Körpers, welche verändernd auf den Keim wirken; aber deshalb kann doch die Vererbung erworbener Eigenschaften möglich sein. — Ferner ist es unlogisch zu fordern, daß die neuen erblichen Merkmale auch nach Aussetzen der abändernden Einwirkung bestehen sollen. Denn wenn es im Experiment durch eine Änderung in den Lebensbedingungen möglich ist, das Festhalten an lange Zeit hindurch unter gleichbleibender äußerer Umgebung vererbten Merkmalen zu überwinden, so wird das gleiche auch bei Aussetzen der abändernden Ursache wieder der Fall sein können. Denn dies Aussetzen der Einwirkungen im Experiment ist ja nichts anderes als eine neue Abänderung der Lebensbedingungen für einen Organismus, der bereits an die des Experiments angepaßt war, es ist also ein neues Vererbungsexperiment, prinzipiell dem ersten gleich, nur daß der Gang der Veränderungen umgekehrt ist. Es besteht von vornherein kein Grund, warum die Umkehrbarkeit der Reaktionen, die sich auch sonst z. B. im Physikalischen findet, bei der heterotypischen Variation ausgeschlossen sein soll; sie hat im Gegenteil die Wahrscheinlichkeit für sich in man-

eben, wo nicht in allen Fällen. Man kann sich vorstellen, daß, wenn die heterotypische Reaktion rasch eintritt, sie auch nach Aussetzen der Ursachen rasch wieder verschwindet; wenn sie dagegen langsam in vielen aufeinander folgenden Generationen erst die volle Höhe erreicht, welche die ändernde äußere Einwirkung zuläßt, so wird sie dementsprechend auch langsam zurückgehen nachdem die Einwirkung aufgehört hat. Es ist leicht einzusehen, warum letztere Art der Vererbung dem Nachweis durch Versuche nur schwer oder überhaupt nicht zugänglich ist.

Das Aussetzen der abändernden Einflüsse der Umgebung ist, sobald sie eine heterotypische Reaktion hervorriefen, stets gleichbedeutend mit einem Wechsel in den Lebensbedingungen, dagegen mit einer Rückkehr in die gewohnte Umgebung nur, sofern noch keine Veränderung des Organismus erfolgt ist. Würde die Geburtshelferkröte bei jener höheren Versuchstemperatur dauernd in freier Natur, etwa in den Tropen leben, so würde sie auch dauernd jene im Experiment erworbenen Eigenschaften aufweisen, die dann jedermann ohne weiteres als erblich gelten ließe. Würde es nun einem Experimentator einfallen, jene tropischen Kröten in eine niedrigere Temperatur zu versetzen, so wird er das, was uns als konstante Eigenschaft der gewöhnlichen Geburtshelferkröte gilt, jetzt als im Experiment erworbene Eigenschaft feststellen können, die ebenfalls einen Rückschlag aufweisen wird, wenn die Tiere in ihre natürliche frühere Umgebung, die höhere Temperatur, zurückgebracht werden.

Was also für gewöhnlich als vorübergehend erbliche, jedoch nicht konstante Eigenschaft angesehen wird, wäre unter so veränderten natürlichen und Versuchsbedingungen zum konstanten erblichen Merkmal geworden, obwohl sich am Wesen des Prozesses gar nichts geändert zu haben braucht, und umgekehrt das konstante erbliche Merkmal zu einem vorübergehenden, nicht dauernd erblich fixierbaren.

Variationen, welche man als verschiedene Ausprägungen des gleichen Typus ansehen kann, sind, wie bereits hervorgehoben wurde, in den meisten Fällen nicht erblich. Sie können jedoch unter Umständen erblich sein, und in diesen Fällen handelt es sich dann um am Keimplasma eingetretene und dauernd oder einige Zeit festgehaltene homotypische Variationen. Hier findet also gar keine Reproduktion auch vom Soma erworbener Eigenschaften statt, sondern eine Abänderung am Keimplasma, welche in dessen folgenden Generationen mehr oder weniger sich erhält und deshalb auch an aus-

gebildeten Organismen in folgenden Generationen die gleichen Wirkungen zeigen muß.

Da die Realisierung des reinen Typus gewissermaßen den vollkommenen Sieg des Lebensprinzips über die ihr widerstrebende Materie bezeichnen würde, so sind alle homotypischen Variationen im Grunde pathologisch oder Annäherung an das Pathologische¹⁾ und die Erbllichkeit solcher Variationen betrifft, wo sie sich findet, im wesentlichen pathologische Eigenschaften (oft nur eine krankhafte Disposition) oder auch indifferente, welche man in diesem Falle ebensogut als harmlos pathologische ansehen kann.

Nach der hier vorgetragenen Auffassung, daß nur Einflüsse, welche das Keimplasma direkt erreichen, erbliche Merkmale hervorrufen können, erscheint es absurd, an eine Vererbung von Verstümmelungen auch nur zu denken. Denn Verstümmelungen sind atypische Merkmale, homotypische Variationen, und da sie nicht das Keimplasma treffen, selbstverständlich nicht vererbbar. Dagegen sind Verstümmelungen gleichende erbliche Mißbildungen auf Grund einer Beeinflussung des Keimes (homotypische Keimvariationen) natürlich möglich und auch z. B. bei Katzen als Mangel des Schwanzes beobachtet.

4. Begründung eines kritischen Vitalismus. — Die rudimentären Organe.

Die Frage, welche dem skeptischen Leser vor allen übrigen sich aufdrängen wird, ist jedenfalls die: wenn der Typus die Grundlage und das Prinzip der organischen Gestaltung ist, was schafft dann diesen selbst, wie kommt das Typische im Bau von Organismen zustande, was soll man unter der inneren Gesetzmäßigkeit verstehen, die sich in ihm ausspricht, und welche geheimnisvolle Kraft vollführt das Wunderwerk, vermittelt der heterotypischen Variation einen brauchbaren Organismus mit allen inneren und äußeren Anpassungen gleich fertig in die geeignete Umgebung hineinzustellen? Tauschen wir nicht eine unbekannte Größe für eine andere ein, indem wir, anstatt den Aufbau der Organismen zu

¹⁾ Der pathologische Prozeß, die pathologische Bildung, sind, wie schon kurz erwähnt wurde, nicht das Krankhafte oder Krankmachende an sich, sondern die Kombination einer die Erhaltung des Lebens anstrebenden Reaktion mit einer es zu zerstörenden Einwirkung, wobei die eine oder andere der Komponenten überwiegen und sich in den Vordergrund des pathologischen Bildes drängen kann.

erklären, an dessen Stelle die Typen setzen, für die selbst eine Erklärung mangelt?

Darauf läßt sich, anknüpfend an das bereits eingangs über die Form von Naturobjekten Gesagte folgendes erwidern: Wir können nicht wissen, warum eine organische Gestaltung (was das Typische anbetrifft) so und nicht anders ausfällt, ebensowenig wie wir wissen können, warum das Kochsalz in Würfelform zum Kristall anschießt oder warum ein sich selbst überlassener Wassertropfen Kugelform annimmt. Die typische anorganische Gestaltung ist also ebenso grundlos wie die typische organische und es muß deshalb ein von vornherein vergebliches Unternehmen sein, die Form von Organismen, soweit es den Inhalt des Typischen betrifft, kausal erklären zu wollen.

Wo man beim Nachforschen materieller Vorgänge auf das Grundlose stößt, das nicht weiter unter Zugrundlegung der aus anderen Erscheinungen bekannten Gesetzmäßigkeit „erklärbar“, d. h. aus ihr ableitbar ist, pflegt man von Naturkräften zu sprechen, führt also eine unbekannte Größe ein, die sich nicht berechnen läßt, oder man legt der Materie bestimmte Eigenschaften bei, auf deren weitere Aufdeckung man verzichten muß. Wenn demnach der Physiker die Kugelform des Wassertropfens durch die Kohäsion oder Kohäsionskraft der Wasserteilchen „erklärt“, also mit der Annahme von Naturkräften oder konstanten unerklärlichen Eigenschaften der Materie sich bescheidet, sobald er Erscheinungen vor sich hat, welche sich nicht auf andere zurückführen lassen, so wird der Biologe mit dem gleichen Rechte von organisatorischen und die Lebensfunktion unterhaltenden Kräften oder kurz von der Lebenskraft als dem Sammelbegriff der verschiedenen organischen Kräfte sprechen können, solange niemand nachgewiesen hat, daß die Lebenserscheinungen sich auf eine aus dem Anorganischen bereits bekannte Gesetzmäßigkeit zurückführen lassen: denn der Satz: „es gibt keine Lebenskraft, im Organismus herrschen nur chemisch-physikalische Kräfte“ ist eine *petitio principii*, da er auf Grund einer falschen Metaphysik das vorweg behauptet, was erst durch eine exakte Forschung in allen Einzelheiten des Lebensprozesses zu beweisen wäre. Durch ein Siegesgeschrei, welches jedem Erfolg vorhergeht, braucht sich der Vitalismus nicht bange machen zu lassen und er behält recht, sofern er nichts weiter behauptet, als daß die Organismen durch die Wirksamkeit besonderer nur ihnen eigentümlicher Kräfte entstehen und bestehen.

Soll der Vitalismus ein brauchbarer Standpunkt sein, so wird er sich den Prinzipien und der allgemeinen Methode der Naturforschung

einfügen müssen. Diese hat die Aufgabe, die Gesetzmäßigkeit materieller Vorgänge festzustellen: daher wird sie bemüht sein die unendliche Mannigfaltigkeit der Erscheinungen und Einzelvorgänge, um sie beherrschen zu können, auf eine Endlichkeit von Gesetzmäßigkeiten zu reduzieren. Sie wird also an der Hand der Beobachtung und Erfahrung in mannigfachen Vorgängen die gleiche Gesetzmäßigkeit (gleiche Naturkräfte) nachweisen. Dies darf jedoch nicht dazu verführen, a priori die Mannigfaltigkeit der Gesetzmäßigkeiten zu beschränken und zu behaupten, alle Vorgänge ließen sich letzten Endes auf die gleiche Gesetzmäßigkeit, etwa die einfachste mechanische, zurückführen. Denn damit tut man den Tatsachen Gewalt an, welche sich einem so eintönigen Schema nicht fügen wollen und erst zurechtgestutzt werden müssen, und treibt überdies nach Kant falsche Metaphysik, sofern man nämlich behauptet, daß eine derartige den Raum füllende mechanische Welt das eigentlich Reale sei, und unsere Wahrnehmungen von ihr nur ein Sekundäres, ein unvollständiges Abbild. Die Zurückführung der Vielheit der Erscheinungen auf eine Einheit der Gesetzmäßigkeit ist also nur dann ein Fortschritt für die Wissenschaft, wenn sie nicht über das sinnlich Wahrnehmbare hinausgeht und nicht zu Fiktionen ihre Zuflucht nehmen muß. Ein derartiger Fortschritt war es beispielsweise zu zeigen, daß der „horror vacui“ als Naturkraft nicht besteht, und diese Erscheinung sich widerspruchslos aus dem Gewicht der Luft erklärt. Denn in diesem Falle besitzt die Erklärung unmittelbare Evidenz, weil sie sich auf die Anschauung gründet und nicht auf Atomistik und Ätherhypothesen.

Für eine Naturauffassung, welche die Konstruktion einer physischen Welt der „Dinge an sich“ verwirft, d. h. einer materiellen Welt, die dem Bewußtsein nicht unmittelbar gegeben ist, sondern nur mittels der Wahrnehmung der Sinne in ihm verschwommene und trügerische Kopien wirkt, bleiben also die einzelnen Gebiete des Geschehens autonom, trotz einer weitgehenden Analogie in vielen Erscheinungen der Natur. Daher muß auch den Lebenserscheinungen Autonomie („Eigengesetzlichkeit“ nach Driesch) zugestanden werden gegenüber den chemisch-physikalischen Vorgängen, und es ist nicht im geringsten verwunderlich, daß sich an Organismen Wirkungen feststellen lassen, welche ganz und gar anders als chemisch-physikalische sind.

Damit ist eine Antwort auf die zu Beginn dieses Abschnittes gestellten Fragen gefunden: die innere Gesetzmäßigkeit, das Typische im Bau und in der Funktion eines Organismus ist Ausdruck der in ihm wirkenden Lebenskraft, die heterotypische

Variation bedeutet einen Wechsel im Regiment der Lebenskraft, welche auf der Stufenleiter der Kontinuität der Typen auf- und absteigend sich in einem neuen Typus auszuprägen sucht. —

Der Vitalismus ist wohl deshalb so vom Streite der Meinungen umtobt, weil der Begriff der Lebenskraft nicht eindeutig ist und ganz verschiedene Auslegungen zuläßt. Er muß deshalb vor seiner Anwendung in seinen einzelnen Bestandteilen klargelegt werden, d. h. es ist nötig sich darüber zu einigen, was sowohl unter „Leben“ wie unter „Kraft“ in dieser Zusammensetzung verstanden werden soll.

Wenn man das Wirkende, welches eine Bewegung von Massenteilen hervorruft, Kraft benennt, so ist offenbar für das einen Organismus Gestaltende und in seinen Funktionen Tätige die gleiche Bezeichnung am Platze. Nun wird allerdings der Begriff der Naturkraft in neuerer Zeit von vielen verworfen. Es ist auch zuzugeben, daß er sich nicht aus der rein objektiven Betrachtung der Außenwelt ergibt, sondern eine Anleihe bei den Erfahrungen des Innenbewußtseins macht, mithin metaphysisch gefärbt ist: denn dem allein nach außen gerichteten Blick stellen sich nur konstante gesetzmäßige Beziehungen zwischen Ursachen und Wirkungen dar. Dennoch glauben wir, daß der Begriff der Naturkraft zulässig und auch brauchbar ist, sofern er vorher genau festgelegt wird. Nämlich: die Naturkraft ist kein Wesen, keine Substanz, überhaupt nichts für sich Existentes, sondern, ebenso wie der in einer physikalischen Formel niedergelegte Ausdruck einer gefundenen Gesetzmäßigkeit, eine Abstraktion, die erst vom menschlichen Verstande in die Natur hineingebracht wird. Die Kraft ist das Wirkende, aber weder ihre Existenz noch ihre besondere innere Eigenart läßt sich jemals in der Welt der Objekte erkennen. Kraft bedeutet vielmehr, daß wir Menschen, vermöge der Doppelnatur unseres eigenen Wesens, welches Subjekt und Objekt zugleich ist und welches gestattet die eigene Aktivität, d. h. unser Tun als Ausfluß unseres Willens (ebenso wie unsere Passivität, unser Erleiden) als objektiven körperlichen Vorgang wahrzunehmen —, daß wir nach Analogie mit unserer eigenen Wesensart, auch außerhalb derselben ein Wirkendes annehmen, welches dem Außenbewußtsein allein nicht gegeben ist. Die Kraft steht also außerhalb der körperlichen Erscheinungen und ist das Wirkende (nicht die Ursache!): sie verhält sich aktiv, während die Außenwelt im Grunde genommen trotz allen Wechsels stets neutral bleibt, überhaupt nicht wirkt noch Wirkungen erleidet, sondern sich nur verändert. Demnach ist

der Begriff der Naturkraft allerdings entbehrlich, kann jedoch als ein unverfänglicher und zugleich anschaulicher Ausdruck beibehalten werden, sofern die Naturwissenschaft darauf verzichtet, über die Natur des Wirkenden irgend etwas auszumachen.

Zweitens ist es nötig zu erklären, was unter Leben im Begriff der Lebenskraft verstanden werden soll. Da die Naturwissenschaft die Lehre von der physischen Natur, also von der Materie ist, so kann hier offenbar Leben nicht so viel bedeuten als Beseeltsein. Vielmehr bedeutet es äußerliche Vorgänge an Organismen, d. h. an Naturgebilden, die zum Unterschied von den anorganischen typisch-heterogen zusammengesetzt sind und in denen zugleich ein ständiger Stoffwechsel stattfindet. Nur in diesem objektiven Sinne von Leben kann in der Wissenschaft von einer Lebenskraft die Rede sein: diese ist also die Kraft, welche heterogen-typisch geformte Naturgebilde hervorbringt und in ihnen wirksam ist (gleichgültig ob sie beseelt sind, oder nicht). Sie würde also logischer Organismenkraft statt Lebenskraft benannt werden. Dagegen Leben in dem subjektiven Sinne des „Beseelt“seins d. h. des Innewohnens von Empfindung und Willen kann nicht zum Begriffe einer Lebenskraft taugen. Denn abgesehen davon, daß es die Naturwissenschaft nur mit dem im Raume Vorhandenen zu tun hat, grenzt Leben in diesem Sinne gar nicht die Naturreiche ab, weil wir nicht wissen können, wo dieses „Beseeltsein“ in der Natur anfängt und wo es aufhört. Man könnte vielleicht jede Naturkraft eine Lebenskraft (im subjektiven Sinne) nennen, weil überall in der Natur, auch in der anorganischen, subjektives Leben sei, ähnlich wie Schopenhauer in allen ihren Erscheinungen den Willen wieder erkennt, oder man könnte auf Grund einer ebenso unbeweisbaren Annahme die Lebenskraft niederen Organismen absprechen, weil sie nicht beseelt seien.

Die Lebenskraft ist also das, was die Vorgänge an Organismen wirkt und was auf äußere Einflüsse in ihnen antwortet (so weit für beides nicht die bekannten chemisch-physikalischen Kräfte in Betracht kommen). Sie bedeutet also die Gesetzmäßigkeit der Vorgänge an Organismen, ihres Aufbaues und ihrer Reaktionen auf äußere Reize. Ihr Begriff darf jedoch weder auf die Beseeltheit noch, wie wir hier gleich vorwegnehmen wollen, auf die Zweckmäßigkeit als besondere Charakteristika der Organismenwelt sich gründen, sondern einzig und allein auf Erwägungen über die „Eigengesetzlichkeit“ der einzelnen physikalischen Geschehensgebiete, welche schon im Bereiche des Anorganischen

vorhanden ist. Mit anderen Worten: die Lebenskraft besteht zu Recht, weil eine aufgeklärte phänomenalistische Grundanschauung, die auf den Schultern der Kantschen Erkenntniskritik steht, die gekünstelten Hypothesengebäude des Materialismus verwerfen muß, und an Stelle von dessen Fiktionen der Materie unergründliche Qualitäten beläßt; dagegen müssen ebenfalls aus Gründen der Erkenntniskritik alle Übergriffe des Psychismus und der Teleologie in die erklärende die Gesetzmäßigkeiten des kausalen Geschehens erforschende Naturwissenschaft zurückgewiesen werden. Denn jedes Hineinspielen von Vorstellungen über „Zweckmäßigkeit“ oder über „Seele“ macht den Begriff der Lebenskraft unbrauchbar und wehrlos gegen die Angriffe des Materialismus. Die Lebenskraft soll vielmehr allein der Autonomie jener Vorgänge an Organismen Ausdruck geben, welche mit chemisch-physikalischen Wirkungen nichts gemein haben. Nicht, daß die Zweckmäßigkeit an Organismen nicht bestünde, nicht, daß diese nichts weiter wären als Materie und Objekt; aber die Kritik der Begriffe und die Ordnung im Haushalte der Naturwissenschaft fordern diese notwendige Abstraktion.

Die so auf ein sicheres Fundament von genau bestimmten Begriffen gestellte Lebenskraft ist gewappnet gegen alle Angriffe. Eben weil sie keine „Zweckkraft“ ist, ist der Einwand hinfällig, eine Lebenskraft könne nicht angenommen werden, weil ein Organismus nicht unter allen Umständen zweckmäßig reagiere und weil manches in seinem Bau zwecklos sei (z. B. die rudimentären Organe). Denn durch diese Behauptung wird der Lebenskraft etwas angedichtet, was gar nicht in ihrem Begriffe als Naturkraft liegt, worauf es dann freilich nicht schwer fällt nachzuweisen, daß eine solche begriffliche Mißgeburt nicht lebensfähig sei.

Was die Lebenskraft „will“ und auch erreicht, ist das Leben in der Mannigfaltigkeit seiner Gestaltungen, die Entstehung der Arten und ihre Erhaltung über die Lebensdauer des Individuums hinaus. Dagegen von ihr die Erhaltung des einzelnen Organismus unter allen Umständen zu fordern, hieße ja, sie nicht als eine Naturkraft nehmen, sondern ihr Allmacht zuschreiben. Die Lebenskraft eines Organismus ist auf ganz bestimmte Lebensbedingungen eingestellt, harmoniert mit einer ganz bestimmten Beschaffenheit der Umwelt, und es ist daher kein Widerspruch, wenn sie unter anderen Bedingungen nicht das Leben zu erhalten vermag, oder wenn Instinkte unter abnormen Verhältnissen „irren“. Denn die äußeren Einwirkungen können stets derart beschaffen sein, daß im ganzen eine für den Lebensprozeß hinderliche, oder ihn zerstörende Ver-

änderung resultiert, wie z. B. bei zum Tode führenden Krankheiten, in denen die Tendenz zur Heilung durchaus nicht fehlt, aber der Übermacht der eingerissenen Störung gegenüber nicht durchzudringen vermag.

Das gleiche Argument der Gegner des Vitalismus von den Funktionen auf den Bau der Organismen übertragen lautet: Nicht alles an den körperlichen Merkmalen von Tier und Pflanze ist für den Lebensprozeß tauglich, also zweckmäßig, ja manches geradezu zweckwidrig (z. B. die rudimentären Organe). Wie kann eine Lebenskraft derartiges für das Leben Nutzloses, ja Schädliches hervorbringen? — Man hat sogar für solche Eigentümlichkeiten der Organisation den Ausdruck „Dysteleologie“ geprägt und benutzt ihn zur Widerlegung der Lebenskraft. Aber auch in diesem Falle, wie so häufig, lockt die Zweckmäßigkeit den Naturforscher auf Irrwege.

Zunächst ist es unrichtig, daß, wenn man alles Atypische, die krankhaften Veränderungen und die exzessiven homotypischen Variationen (die Monstrositäten) ausscheidet, in den typischen Merkmalen selbst, wie sie am gesunden Organismus sich ausprägen, irgend etwas den Lebensprozeß Hemmendes, also „Zweckwidriges“ anzutreffen sei. Vielmehr machen alle die Organrudimente, die Umwege in der Ontogenese und ähnliches nicht im mindesten in der Funktion und der Harmonie des Organismus sich störend bemerkbar. Von einer Zweckwidrigkeit in irgend welchen typischen Merkmalen kann also nicht die Rede sein; denn daß an rudimentären Organen, wie dem Wurmfortsatze, häufig lebensgefährliche Erkrankungen sich abspielen, kommt in noch größerer Häufigkeit bei sehr zweckmäßigen Organen vor (man denke an die Lungentuberkulose) und ist an sich gewiß kein Kennzeichen der Zweckwidrigkeit, wie sie hier gemeint ist. Was am Menschenwerk zweckwidrig wäre, weil es als Umweg eine Vergewendung menschlicher Arbeitskraft bedeutete, als nutzloses Anhängsel zu seiner Herstellung einen nutzlosen Aufwand an Müheleistung erforderte, ist es deshalb doch nicht an den Werken der Natur. Denn auf diese läßt sich der Begriff der Mühehaltung, der mit einer Arbeitsleistung verbundenen Anstrengung, der verbrauchten Zeit nicht anwenden und wird ihnen gegenüber vollständig sinnlos.

Dagegen wollen wir nicht leugnen, daß manches im Bau der Organismen, wenn auch nicht zweckwidrig, so doch zwecklos im geläufigen Sinne des Wortes ist. Denn wir sind weit davon entfernt, den zur Stütze einer schlechten Theorie erfundenen Satz: „alles im Organismus beruht auf Anpassung“ zu unterschreiben. Was will aber in diesen

Fällen das Prädikat zwecklos aussagen? Offenbar soll es den Mangel einer Beziehung zur Erhaltung des Individuums und der Art zum Ausdruck bringen. Ist aber mit dieser Beziehung wirklich der Inhalt des Lebens erschöpft? Wir kennen die mannigfachsten Betätigungen von Lebewesen, welche in obigem Sinne zwecklos sind; dazu gehören z. B. das Spiel junger Tiere, der Vogelgesang, vor allem die sogenannten Ausdrucksbewegungen: das Mienenspiel im menschlichen und tierischen Antlitze, das Schweifwedeln des Hundes, das Schnurren der Katze usw. Alle diese Vorgänge sind durchaus nicht zweckmäßig, sie sind gewissermaßen überflüssig, denn der Lebensprozeß ginge auch ohne sie seinen Weg; aber jedermann wird ohne weiteres zugeben, daß sie deshalb doch nicht bedeutungslos sind. Ihre wahre Bedeutung beruht offenbar darauf, daß sie anstatt Mittel zum Leben zu sein, vielmehr den Inhalt des Lebens selbst widerspiegeln. Sie sind Ausdruck der Freude, der Trauer, überhaupt Ausdruck einer charakteristischen Art zu existieren. Denn das organische Leben erfordert nicht nur Mittel zur Existenz schlechthin, und erschöpft sich nicht in diesen, sondern hat außerdem noch einen besonderen Inhalt, so wie im allgemeinen der Mensch nicht lebt um zu essen, sondern ißt um zu leben.

Von diesem Gesichtspunkt aus gelingt es auch, den Schmuck der Tiere, ihr oft groteskes Äußeres in einem tieferen Zusammenhang zu erblicken, als es mit Hilfe des Begriffs der gewöhnlichen Zweckmäßigkeit möglich ist. Denn das geputzte Aussehen, die leuchtenden Farben, die prächtigen Zeichnungen bedeuten sicherlich nicht stets und nicht ausschließlich ein geschlechtliches Anziehungsmittel oder ein Erkennungszeichen der Artgenossen. Vielmehr ist der Schmuck, wenigstens bei höheren Tieren, als Ausdruck ihres Stolzes, ihrer Eitelkeit, ja geradezu ihrer Putzsucht zu deuten, also als Ausdruck des Triebes geschmückt zu sein. So aufgefaßt ist er daher nicht Mittel zur Fortpflanzung, d. h. zu einem Dasein schlechthin, wozu kein Zierrat nötig wäre, sondern indem er den Zwecken eines stolzen oder putzliebenden Wesens entspricht, Mittel zum Dasein in einer besonderen Eigenart.

Zwecklos für die Erhaltung des Lebens ist also nicht gleichbedeutend mit für das Leben bedeutungslos. Deshalb widerspricht es keineswegs dem Begriffe der Lebenskraft, Zweckloses im genannten Sinne hervorzubringen; denn es ist äußeres Merkmal einer an sich unerklärlichen Eigenart zu leben. Damit ist auch dem Verständnis der rudimentären Organe der Weg gebahnt. Diese sind durchaus nicht Folgeerscheinungen des Nichtgebrauchs, wie es die Lamareksche Theorie annimmt; sondern

die Funktionsunfähigkeit begleitet die Rudimentation und schreitet mit ihr fort, ohne daß als Ursache für beide das Aussetzen der Funktion vorangeht. Auch ein rudimentäres Organ ist nämlich, wie alle übrigen funktionsfähigen und zweckmäßigen, Ausdruck der Lebenskraft, welche als organisatorische Kraft einen typischen Organismus gestaltet. Die Annahme, daß die Lebenskraft eines Organismus ein derartiges, für die Erhaltung seiner selbst und seiner Art nutzloses Organ hervorgehen läßt, enthält, wie gesagt, keineswegs einen Widerspruch. Denn wie manches sonstige Zwecklose in Gestaltung und Verrichtung von Organismen haben auch diese Organe eine Bedeutung zum Leben, auch unabhängig von Vererbung und Stammesentwicklung. Sie sind wie jenes Ausdruck des charakteristischen inneren Wesens und zwar in diesem Falle der charakteristischen Stellung eines Organismus innerhalb der ideellen Verwandtschaft¹⁾ im Organismenreiche: sie sind Kennzeichen des einem Organismus zukommenden Platzes in der gesetzmäßigen Anordnung zusammengehöriger Lebensformen.

Die rudimentären Organe stellen also nicht nur in der phylogenetischen Entwicklung werdende oder untergehende Organe vor, sie sind nicht nur als Erbstücke historisch erklärbar, sondern mit größerem Rechte und umfassenderer Gültigkeit besteht die unhistorische Auffassung, welche in ihnen Zeichen einer inneren (ideellen, nicht genealogischen) Verwandtschaft sieht. Wie die elektrischen Wellen sich den Lichtwellen annähern und einige von deren Eigenschaften besitzen, so weisen rudimentäre Organe auf andere ausgebildete bei verwandten Organismen hin, ohne sie in vollständiger Ausprägung zu verkörpern. Sie sind der Reflex, den lebensnotwendige Organbildungen über den Umkreis ihrer Notwendigkeit hinaus auf die nächststehenden Glieder der Organismenkette werfen, mit denen sie durch eine reelle Abstammungsverwandtschaft verbunden sein können, aber nicht notwendig verbunden sein müssen. — Die hier gegebene Auffassung paßt als die allgemeinere auch für jene rudimentären Organe, von welchen sich wohl nicht annehmen läßt, daß sie bei den Vorfahren in funktionsfähigem Zustande vorhanden waren, z. B. für die Brustdrüsenrudimente der männlichen Mammalia.

¹⁾ Wie man in der Chemie von der Verwandtschaft der Substanzen spricht, welche eine Ähnlichkeit in ihrem chemischen Verhalten aufweisen, so muß man auch in der Biologie (neben der phylogenetischen) eine ideelle oder morphologische Verwandtschaft der Organismen annehmen, die sich auf die Ähnlichkeit ihrer an sich unerklärlichen Qualitäten gründet.

5. Ablehnung des Neolamarckismus. — Über die Zweckmäßigkeit.

Der Lamarckismus, welcher in neuerer Zeit infolge des Verblassens der Selektionstheorie zahlreiche Anhänger gefunden hat, ist kein einheitliches Lehrgebäude, sondern enthält verschiedene Richtungen. Soweit er nichts weiter sein will, als die Lehre von der „reizbedingten Ausgestaltung der Lebewesen“, d. h. soweit er von direkter Bewirkung spricht und von der Entstehung neuer Arten durch den Wechsel der äußeren Lebensbedingungen, deckt er sich mit der hier vorgetragenen Auffassung, ohne freilich eine Erklärung der auf diesem Wege fortschreitenden Deszendenz zu versuchen. Soweit er jedoch diese Erklärung auf die Annahme der Vererbung von Veränderungen der Organe durch Gebrauch oder Nichtgebrauch gründet, ist er ein Irrtum, der empirisch widerlegt werden kann. Denn dieser Vererbungsmodus existiert nicht; die so zustande kommenden Veränderungen sind nach unserer Auffassung nicht erbliche homotypische Variationen, also für die Artbildung bedeutungslos.

Jedoch geht die neuere Richtung, der Neolamarckismus, noch weiter und versucht eine Erklärung der Deszendenz, gegen die im Namen der Erkenntniskritik eindringlich Protest erhoben werden muß. Diese Abart des Lamarckismus nimmt nämlich keinen Anstand, ein empfundenes Bedürfnis oder gar die Urteilsfähigkeit der Zellen als Ursache der Anpassungen anzuführen, also das Körperliche aus dem „Psychischen“ durch eine ursächliche Beziehung zwischen beiden abzuleiten. Auch an dieser Verirrung ist das verhängnisvolle Streben schuld, die Zweckmäßigkeit der tierischen und pflanzlichen Gestaltungen und Organfunktionen kausal erklären zu wollen. Dieser Psychismus der Lamarckisten muß von der an ihren Prinzipien festhaltenden Naturwissenschaft auf das entschiedenste verworfen werden. „Psychisches“ kann nie Ursache des Physischen sein, wenn man nicht den Begriff der Ursache gänzlich verwirren will. Da es undenkbar ist, daß eine Veränderung an der Materie aus sich selbst, also aus völliger Ruhe heraus erfolge, ohne eine anderweitige materielle Veränderung, die vorhergeht und die Ursache vorstellt, so ist die „psychische Ursache“ offenbar eine höchst nutzlose Erfindung, da sie die physische, welche stets vorhanden sein muß, nie entbehrlich machen und nie an deren Stelle treten kann. Vor allem ist aber die „psychophysische Kausalität“ ein größlicher Irrtum, weil sie

unter dem einen Begriff „Ursache“ das Verschiedenste, was sich denken läßt, Physisches und „Psychisches“ kunterbunt zusammenwirft und weil sie einen Kausalzusammenhang konstruiert, wo in Wahrheit Identisches von zwei verschiedenen Seiten gesehen wird, einmal von innen und einmal von außen.

Zwischen dem Inhalt des Innenbewußtseins und dem des Außenbewußtseins schlägt also die Kausalität keine Brücke. Aber nur letzteres kann Gegenstand der Naturwissenschaft sein; nur die Materie, d. h. „das den Raum Erfüllende“ und in ihm Wirkende ist es, mit dem sie sich befaßt, und ihre Aufgabe besteht darin, die Beziehungen zwischen den einzelnen Erscheinungsformen der Materie aufzudecken und die Gesetzmäßigkeit der Ursachen und Wirkungen festzustellen, die beide stets materiell sind. Ob die Materie beseelt sei oder nicht, kann der Naturwissenschaft gleichgültig sein, ist jedenfalls für sie kein Problem und spielt in ihren Forschungsmethoden und Forschungsergebnissen keine Rolle. Auch die tierischen und menschlichen Aktionen sind durchgängig von der physischen Kausalität, den materiellen Ursachen abhängig und können nicht unabhängig von diesen so oder anders ausfallen, je nach der Betätigung einer Psyche, einer Urteilskraft oder eines freien Willens. Der Wille ist vielmehr, was seine Äußerungen in der Form materieller Vorgänge betrifft, niemals frei.

Nur noch wenig über die Zweckmäßigkeit organischer Naturgebilde¹⁾. Zweckmäßig, also einem Zwecke gemäß, ist stets etwas, das einem Bedürfnisse dient oder, noch allgemeiner ausgedrückt, einem Willen zum Dasein angemessen ist. In diesem Sinne werden Erfindungen, Werkzeuge und Maschinen des Menschen zweckmäßig genannt, denn sie dienen den menschlichen Bedürfnissen. Besitzen nun die Objekte, welche die Welt der sinnlich wahrnehmbaren Materie, das Arbeitsfeld der Naturwissenschaften, zusammensetzen, Bedürfnisse, findet sich an ihnen ein Wille zum Dasein, hat ihre Erhaltung einen Wert? Es

¹⁾ Die Zweckmäßigkeit in der Natur findet sich ausführlicher behandelt in dem von mir im 83. Band der „Zeitschrift für Naturwissenschaften“ (Verlag von Quelle und Meyer in Leipzig) veröffentlichten Aufsatz: „Darwinismus oder Lamarckismus?“ In dieser Schrift findet sich bereits ausgesprochen, daß die Lebenskraft nichts mit Zweckmäßigkeit zu tun hat und letztere nicht benutzt werden darf, um jene zu deduzieren. Im Prinzipiellen wird die dort vertretene Auffassung auch hier meist aufrecht erhalten, vorgegen in Einzelheiten, z. B. der Würdigung des Darwinismus, der Frage der Vererbung erworbener Eigenschaften, der Bedeutung der verschiedenen Variationsformen die hier vorgetragene Ansicht infolge eingehenderer Studien abweicht.

ist einleuchtend, daß wir nur aus subjektiver Erkenntnis schöpfend darauf eine Antwort geben können, nur dadurch, daß wir unsere eigenen Bedürfnisse, unseren eigenen Willen zum Dasein auf Naturobjekte und Naturvorgänge übertragen. Dagegen ist die Betrachtung der Natur von außen, wie sie der Physik und Chemie zugrunde liegt, zur Beantwortung solcher Fragen unfähig. Der rein objektiven Forschung ist nirgends Zweckmäßigkeit gegeben, denn ihrem vom menschlichen Innenbewußtsein abgewandten, nur auf das Äußere gerichteten Blick können nirgends Werte sichtbar werden. Der Wert eines Zustandes oder Vorganges, seine Angemessenheit zu einem Bedürfnis, also einem Daseinswillen, ist aber Voraussetzung jeder Zweckmäßigkeit. Daher registriert die objektive Naturforschung nur was existiert, unbekümmert darum, ob es einen Zweck hat.

Die hier gemeinte subjektive Zweckmäßigkeit in der Natur (subjektiv, weil sie die subjektive Erkenntnisquelle mit einbezieht) geht also so weit, als man hinter den Erscheinungen der Natur einen ihnen innewohnenden Willen oder Trieb zum Dasein annehmen will. Denn wo dieser besteht, wird es ihm Angemessenes, d. h. Zweckmäßiges, und ihm nicht Angemessenes, Zweckwidriges, geben. Aus diesem Grunde ist aber nicht nur die Erklärung, sondern schon die Annahme der Zweckmäßigkeit eine metaphysische Angelegenheit. Denn die Naturwissenschaft kann keine Stütze bieten, wenn es gilt, den Willen zum Dasein nach Analogie mit unserem eigenen Wesen in der Natur wiederzufinden. Wohnt er nur in den höheren Tieren, dann reicht auch die Zweckmäßigkeit der Organisation nicht weiter: oder findet er sich überall in der Natur, dann findet sich auch überall Zweckmäßiges. In beiden Fällen aber ist die Zweckmäßigkeit kein Charakteristikum der organischen Natur, zum Unterschied von der anorganischen¹⁾.

¹⁾ Das hier vorliegende Problem findet in der Metaphysik Schopenhauers eine Lösung dadurch, daß er den Willen in allen Erscheinungen der Natur, der organischen wie anorganischen, wiedererkennt, aber nicht nur wie etwas, das in ihnen wohnt, sondern wie etwas, das sie sind und das sie wirkt; er ist das ihnen als „Ding an sich“ zugrunde Liegende. Der Wille ist mit der Naturkraft identisch, ihr metaphysisches Substrat. Daher ist auch die körperliche Erscheinung eines Tieres stets seinem Charakter, d. h. seiner Willensrichtung, und seinen Instinkten und Gewohnheiten angemessen. Der Wille (als Naturkraft) strebt stets und überall darnach, das ihm gemäße, d. h. subjektiv Zweckmäßige zu schaffen (denn die äußere Erscheinung, die „Vorstellung“, ist ja nur Spiegelbild des Willens, der ihr „Ding an sich“ ist), was jedoch den Widerstreit der einzelnen Erscheinungen des Willens in der Natur unter sich nicht aufhebt, welcher die Wurzel des Unzweckmäßigen, des Todes, der Vernichtung ist.

Man kann uns erwidern: Zweckmäßigkeit finde sich an den Lebewesen nicht auf Grund eines ihnen innewohnenden Dranges zum Dasein, sondern rein objektiv im Hinblick darauf, daß sie allein von allen Naturgebilden eine Organisation besitzen, in welcher das Ganze nur durch die einzelnen Teile besteht, sowie die einzelnen Teile nur durch das Ganze, und in welcher der Lebensprozeß nur durch eine Summe von einzelnen Funktionen und Einrichtungen, welche alle aufeinander und zum Teil auch auf die Beschaffenheit der Umgebung Bezug nehmen, ermöglicht ist. Allein es ist eine Täuschung zu glauben, auf die angeführte Zusammenstimmung der einzelnen Teile und Funktionen in einem Organismus sei der Begriff der Zweckmäßigkeit rein objektiv anwendbar. Es macht ja offenbar einen Unterschied aus, ob ich sage, die einzelnen Teile eines Organismus sind so beschaffen, daß sie eine bestimmte Funktion, z. B. die des Fluges ermöglichen, oder ob ich sage, sie sind so beschaffen, daß sie sie bezwecken. Denn in dem Begriff „bezwecken“ wird deutlich eine Absicht, etwas subjektiv Wertvolles gedacht, in dem Begriff „ermöglichen“ nicht. Man macht also, sofern man hier von Zweckmäßigkeit spricht, die Voraussetzung, daß der Vogelflug die Absicht, der Wunsch oder der Trieb irgend eines Subjekts, eines Schöpfers, eines Erfinders, oder des Vogels selbst sei. Damit ist jedoch die rein objektive Betrachtung verlassen und die subjektive Wurzel der Zweckmäßigkeit deutlich aufgedeckt. Jenes Zusammenstimmen einzelner Teile und Funktionen in einem Organismus, unter sich und mit der Außenwelt, kann daher nicht objektive Zweckmäßigkeit genannt werden, sondern ist richtiger mit Harmonie zu bezeichnen. Harmonie der Teile und Funktionen kommt auch einem Organismus zu, welchen wir uns, obwohl äußerlich von einem gewöhnlichen Vertreter seiner Art nicht im geringsten verschieden, doch als subjektiv völlig leblos, ohne Drang zum Dasein, Hunger und Schmerzempfindung denken. Dagegen könnte im Bau eines solchen Organismus nichts zweckmäßiges gefunden werden¹⁾; er würde vielmehr den Eindruck eines völlig sinnlosen Naturspieles machen. Erst durch die Anwendung des Begriffs der subjektiven Zweckmäßigkeit stellen sich also die einander und das Ganze bedingenden Teile und Vorgänge an einem

¹⁾ Zweckmäßig könnte ein solcher Organismus höchstens insofern genannt werden, als er anderen zweckdienlich ist, z. B. zur Nahrung dient. Selbstverständlich kann diese Art von Zweckmäßigkeit, welche gleichbedeutend ist mit Gebrauchswert für andere Subjekte, nicht in den obigen Zusammenhang der Betrachtung einbezogen werden.

Organismus als ebensoviele Mittel zum Zwecke des Daseins des Ganzen dar und erst so wird die Harmonie zur Zweckmäßigkeit.

Wie verhält sich nun die Naturwissenschaft gegenüber der Aufgabe an Stelle der ihr unerreichbaren Zweckmäßigkeit, diese objektiv gegebene Harmonie im Reiche des Organischen begreiflich zu machen? Um darauf eine Antwort zu finden, müssen wir uns erinnern, daß wissenschaftliches Erklären zunächst bedeutet, eine Erscheinung auf andere bereits bekannte auf Grund sinnlicher Wahrnehmungen zurückzuführen. Die Harmonie im Organischen auf diese Art zu erklären, würde also darauf hinauslaufen, sie der Wirksamkeit der anderweitig bereits ermittelten Kräfte, nämlich der chemisch-physikalischen, zuzuschreiben. In diesem Falle wäre sie also etwas Akzidentelles und der Organismus auf eine besondere Technik in der Anordnung der chemisch-physikalischen Wirkungen zurückzuführen; seine Organisation wäre nicht in seinem inneren Wesen begründet, sondern Effekt einer besonderen verwickelten Ursachenkombination, welche das Kunststück der chemisch-physikalischen Lebensmaschine hervorbrächte. So stellt sich dem Materialismus die Aufgabe der „Erklärung der Zweckmäßigkeit“ dar und sein Versuch zu ihrer Lösung ist die Selektionstheorie. Das offenkundige Scheitern dieses Versuches, überhaupt die Absurdität des extremen Materialismus und seine Unfähigkeit, sich entweder a priori oder durch empirische Erfolge den Berechtigungsnachweis zu verschaffen, läßt uns die zweite Möglichkeit ergreifen, wie die Harmonie im Organischen dargestellt werden kann. Auch in Physik und Chemie ist nämlich nicht jede Erscheinung restlos erklärt, sondern die Erklärung macht sehr bald Halt bei Erscheinungen, die selbst unerklärlich sind und deshalb als Äußerungen einer Naturkraft gelten oder als unergründliche Eigenschaften der Materie, und so das Fundament und den Ausgangspunkt jeder weiteren Erklärung bilden. Das Erklärte stützt sich stets auf Unerklärtes, ja Unerklärbares, also auf Grundloses. Läßt sich demnach die Harmonie im Organischen nicht erklären, d. h. auf Vorgänge und Wirkungsarten zurückführen, welchen für sich eine solche Harmonie nicht zukommt (welches eben das chemisch-physikalische Geschehen ist), so bleibt nur noch die zweite Möglichkeit der Auffassung, daß sie, wie auch die Naturkräfte im Anorganischen unerklärlich und grundlos sei, also Voraussetzung jeder weiteren Erklärung der organischen Geschehnisse, aber nicht selbst Gegenstand einer Erklärung. Mit anderen Worten: das organisierende Prinzip sind die Kräfte der organischen Natur selbst, und da diese als Naturkräfte einer

wissenschaftlichen Erklärung unzugänglich sind, so ist es auch die im Organischen sich findende Harmonie.

Die Organisation des tierischen und pflanzlichen Körpers ist nicht etwas irgendwann und irgendwo durch Zutun von außen Zusammengefügtes, sondern sie wächst durch eigene Kraft aus sich selbst hervor. Für diese dynamische Auffassung der organischen Harmonie ist daher das „Problem der teleologischen Mechanik“ gar nicht vorhanden und ihr erscheint die Frage nach der Ursache der Zweckmäßigkeit und Harmonie ebenso unangebracht, wie etwa die nach der Ursache der Elastizität, der Kohäsion oder der Schwerkraft. Nur wer die Harmonie des Baues und der Lebensvorgänge eines Organismus in äußeren Ursachen sucht, findet ein wissenschaftliches Problem, dem gegenüber dann freilich aller Scharfsinn scheitern muß. Die wahre Teleologie ist aber nie Ursachen-, sondern Kräfteleologie. Diese verlegt den Grund der Harmonie in die ursprünglichen Eigenschaften der Materie, in das So-und-nicht-anders-sein der Naturkräfte; damit ist er aber den Nachforschungen der Wissenschaft entzogen, welcher nichts übrig bleibt, als die Harmonie als gegeben hinzunehmen. Wenn wir nicht einmal wissen können, warum ein losgelassener Stein zur Erde fällt, wie sollen wir dann wissen, warum ein Flügel wächst, ein Auge sich bildet? Nur die Voreingenommenheit der Vorstellung eines Bildens von außen her — nach den Überlegungen eines Bildners oder durch besonders kombinierte mechanische Ursachen — kann fragen, warum die typischen Merkmale eines Organismus so und nicht anders beschaffen seien, also auch warum ihre Beschaffenheit Harmonie aufweise.

Die Spezifität des Ausdrucks der Naturkräfte (des Typischen) ist also gegeben und ihr gegenüber wird die Frage warum? sinnlos. Wer in einem konkreten Falle fragt, warum hat sich eine bestimmte Eisenstange ausgedehnt, der findet einen Erklärungsgrund, wenn er die Annäherung einer Wärmequelle feststellt. Wer jedoch ganz im allgemeinen fragt, warum dehnen sich Körper, wenn sie erwärmt werden, aus, der findet dafür keine Erklärung und die Frage nach der Ursache nützt hier nichts. Der eigentliche letzte Inhalt der Naturerscheinungen ist schon im Anorganischen grundlos; warum soll es sich im Organischen anders verhalten?

Auch die Spezifität der typischen organischen Form (der Typen) ist also ursprünglich und nicht aus Ursachen erklärbar. Es muß deshalb ein von vornherein erfolgloses Bemühen sein, die Harmonie (Zweck-

mäßigkeit) der organischen Form, etwa aus den Lebensumständen, „kausal erklären“ zu wollen, nach der Art, wie es Darwinismus und Lamarckismus versuchen, und den inneren und äußeren Bau eines Organismus nur als einen Komplex von Anpassungen aufzufassen, zu dessen kausalem Begreifen die äußeren Daseinsbedingungen den Schlüssel verborgen hielten. Vielmehr ist die Angemessenheit des Körpers und der Verrichtungen der Organismen an die Verhältnisse einer bestimmten Umgebung aus physischen Ursachen nie zu begreifen. Denn auch wenn sich zeigen läßt, daß bestimmte Einflüsse der Umgebung einen Organismus in dem Sinne abändern, daß er ihnen angepaßt wird, so ist zwar die Ursache einer Variation ganz richtig festgestellt, jedoch nicht die Ursache der Angemessenheit dieser Variation, d. h. der Grund der Harmonie im Organischen.

Der Kern aller Probleme, welche die Köpfe der Deszendenztheoretiker unserer Tage beschäftigen, ist offenbar die Frage nach der Entstehung der organischen Zweckmäßigkeit. Trotzdem wollen wir uns einen Zweifel daran erlauben, ob diese Frage überhaupt einen Sinn hat. Denn sie ist als eine naturphilosophische universell, geht also nicht den Evolutionsprozeß auf irgend einem Planeten, sondern die Welt im ganzen an. So betrachtet ergibt sich leicht das Unlogische und Denkwidrige an ihr. Das Zweckmäßige kann nämlich, den gesamten Kosmos in Betracht genommen, überhaupt nie entstanden sein, da es zum Bestande der physischen Natur gehört, die ewig und unveränderlich ist und nur in ihren Gliedern, nicht im Ganzen, Werden und Vergehen zeigt. Es ist also da nirgends weder ein Schöpfer noch sonst eine organisierende Intelligenz nötig, da diese gar keine Gelegenheit fänden, irgendwie ändernd oder verbessernd in den von jeher bestehenden und von jeher unveränderten kausalen gesetzmäßigen Zusammenhang des Weltgeschehens einzugreifen. Die Frage, auf welche Weise die organische Zweckmäßigkeit entstanden sei, ist also ebenso müßig wie die nach dem Anfange der Welt und hat diesen zur Voraussetzung. Aber wie es undenkbar ist, daß Materie verschwinde, so undenkbar ist es auch, daß sie irgendwie entstehe. Das für uns denknotwendige Naturgesetz von der Erhaltung der Materie (unter dem Wechsel ihrer Form) verbürgt uns zugleich den anfangs- und endlosen Bestand der Welt; denn so wenig wir uns eine Zukunft vorstellen können, da die Materie und das Universum in nichts versunken sein werden, so wenig haben wir Anlaß eine Zeit anzunehmen, da beide noch nicht waren.

Die im Organischen sich findende Harmonie der Körpergestaltung ist also als zeitlos aufzufassen, nicht als etwas historisch Gewordenes oder Werdendes, sondern als etwas Seiendes, von jeher und für immer Bestehendes. Daher gibt es, streng genommen, auch keine „Anpassung“ an die äußeren Lebensbedingungen, in welchem Begriff sich eine Tätigkeit, also ein zeitlicher Vorgang ausdrückt. Von „Anpassung“ zu reden ist darum irreführend und, statt dessen der Ausdruck Angepaßtheit oder Angemessenheit vorzuziehen.

Von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, erscheint das Problem der natürlichen Entstehung zweckmäßiger Organismen im phylogenetischen Prozeß, der immer nur lokal, aber nicht universell aufzufassen ist, auf der gleichen Stufe mit dem der Entstehung von zweckmäßigen Organismen in der Ontogenese. In beiden Fällen handelt es sich nicht um die Entstehung von etwas absolut Neuem, sondern um die Wiederholung des bereits Bestehenden. Ebenso wie der komplizierte gegliederte Organismus aus dem befruchteten Ei hervorgeht, sich mit allen seinen zweckmäßigen Einrichtungen wie aus dem Nichts entwickelt (denn eine in Anlageteilchen des Eies versteckte Gliederung des fertigen Körpers besteht nicht), so entwickelt sich die Stufenfolge von verschiedenen Organismen aus der Urzelle; und wie im Falle der Ontogenese die Entwicklung — und zwar hier unter unseren Augen in nicht mißzuverstehender Deutlichkeit — ohne Eingreifen eines Schöpfers oder eines zwecktätigen Intellekts, sondern zugleich gesetzmäßig und harmonisch vor sich geht, — so auch im anderen Falle.

Um kurz das Wichtigste zu wiederholen: weil das Problem der Zweckmäßigkeit in der Natur stets auf eine Beziehung zwischen Physischem und „Psychischem“, richtiger ausgedrückt zwischen Außen- und Innenwelt (d. h. Außen- und Innenbewußtsein) hinausläuft, nämlich auf die Erklärung der Angemessenheit der materiellen Erscheinung an einen Willen oder Daseinstrieb, darum ist es auf jeden Fall ein metaphysisches und darum kann auch die Naturwissenschaft über es völlig hinwegsehen. Dagegen mag die Frage nach der Erklärung der Harmonie im Organischen (welche nur die Unterlage der organischen Zweckmäßigkeit, aber nicht diese selbst ist) auch die Wissenschaft angehen. Doch vergeblich bemüht sie sich, eine Antwort darauf zu finden. Denn das Senkblei der menschlichen Vernunft reicht nicht bis auf den Grund der Naturerscheinungen. Für sie ist deshalb das innerste Wesen aller natürlichen Dinge und Vorgänge stets grundlos und damit auch die an den

Körpern von Tier und Pflanze sich findende Harmonie, welche also keine physischen Ursachen aufweist, aus denen sie erklärbar wäre. —

Nur soweit mag hier die Frage nach dem Grunde die Wissenschaft zu einem Ergebnis leiten, als sie sich durch die Logik zu der Annahme gezwungen sieht, daß die Harmonie, die nicht aus einer äußeren Anordnung, sondern aus dem Grundlosen und Unerklärlichen hervorgeht, auf eine innere Einheit aller durch sie verknüpften räumlichen und zeitlichen Verschiedenheiten hinweist. Alle die einzelnen Lebensvorgänge und Körperteile, welche die Existenz eines Organismus, resp. einer Art von unvermischem Typus ausmachen, können also nicht aus verschiedenen Kräften hervorgehen, sondern nehmen aus einer Einheit der Kraft ihren Ursprung, die an sich eins, in ihren räumlichen und zeitlichen Äußerungen verschieden ist, aber wegen ihrer inneren Einheit stets Zusammenstimmendes wirkt. —

Die in obigem vorgetragene Anschauung deckt sich, soweit sie das Problem der Entstehung der Arten betrifft, mit keiner der üblichen Auffassungen darwinistischer oder lamarckistischer Richtung. Sie ist vielmehr die Skizze einer Theorie der direkten Bewirkung, nach welcher sich die Lebewesen durch die Einflüsse einer sich ändernden Umwelt umgestalten, ohne daß die Auslese irgendwie als formbestimmender Faktor mitwirkt und ohne daß Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe, Empfindung eines Bedürfnisses und Intellekt des Organismus irgend eine Rolle spielen. Und damit glauben wir angedeutet zu haben, was wirklich not tut, nämlich eine Theorie der Variations- und Deszendenzvorgänge, welche fern von aller Phantasterei sowohl mit dem empirisch Festgestellten übereinstimmt, wie auch nicht mit der Unmöglichkeit sich abmüht, die der theoretischen Naturforschung gesteckten Grenzen zu überschreiten.

Kleinere Mitteilungen.

Die entwicklungsgeschichtliche Vererbungsregel in der Völkerkunde

von V. Haecker, Halle a. S.

Vor kurzem hat Kollmann¹⁾ darauf hingewiesen, daß bei den heutigen Ungarn die körperlichen Merkmale so gut wie ganz verschwunden sind, welche das um 800 n. Chr. in Mitteleuropa eingebrochene Reitervolk der Magyaren nach Angabe der Chronisten besessen hat: breites Gesicht, Stumpfnase, gelbliche Haut. Auch Szávay²⁾ hebt hervor, daß die Magyaren vermutlich schon zwischen dem 10. und 13. Jahrhundert durch rapide Mischung mit europäischen Völkern vollkommen die asiatischen (mongolischen) Züge verloren haben. Nur noch die aus finnisch-ugrischen und türkisch-tatarischen Elementen zusammengesetzte Sprache weise auf die Urheimat zwischen Altai und Ural hin.

Ganz Ähnliches gilt für die heutigen Türken. Der ursprüngliche reine Türkentypus, wie er heute noch bei den Kirgisen, speziell bei der sogenannten mittleren Horde, fortlebt — großer brachycephaler Kopf, dunkle Augen mongolischen Schnitts, platte Nase, geringer Bartwuchs, gelbliche Hautfarbe —, ist nach Endres³⁾ in der heutigen Türkei nur bei ganz wenigen Individuen sichtbar, während sich die Osmanen selbst bekanntlich im allgemeinen weit von diesem Typus entfernen, was in erster Linie auf die dauernde Vermischung mit armenischen, arabischen, jüdischen, griechischen und südslawischen Frauen zurückzuführen ist. Auch hier weist nur die Sprache auf die mittelasiatische Herkunft hin.

Es fragt sich, weshalb in diesen Fällen die körperlichen Spuren des einstigen Eroberer- und Herrschervolkes im Laufe eines Jahrtausends vollkommen ausgelöscht werden konnten, während in anderen Fällen trotz stärkster Rassenmischung gewisse charakteristische Merkmale der einzelnen Komponenten immer und immer wieder in reiner Form hervortreten. Es sei an dieser Stelle nur an die „Hettiternase“ der Armenier und Syrier erinnert.

¹⁾ J. Kollmann, Die Ungarn. Zeitschr. f. Ethnol., Heft 1, 1917.

²⁾ Leipz. Ill. Zeitg., 30. 8. 17.

³⁾ F. R. Endres, Die Türkei. München 1916. S. 143.

Die Frage berührt sich offenbar sehr nahe mit einer andern, welche v. Luschan¹⁾ kürzlich als vielleicht die wichtigste der heutigen Anthropologie bezeichnet hat: unter welchen Umständen entstehen bei Rassenmischungen wirkliche, durch lange Reihen von Generationen fortdauernde Mischtypen und wann kommt es zu einem vollständigen, genauer: zu einem immer sich wiederholenden Auseinanderspallen im Sinne Mendels?

Es ist klar, daß für das allmähliche Verschwinden von ganzen Typen und einzelnen Eigenschaften zunächst verschiedene äußere Gründe in Betracht kommen können: Frauenmangel bei den Einwanderern²⁾ und Polygamie, klimatische Verhältnisse im Falle geringerer Widerstandskraft des einen Bestandteils, geschlechtliche Auslese, bestimmte soziale Verhältnisse und geschichtliche Vorgänge (z. B. Wiederabwanderung des unternehmungslustigen germanischen Elements in manchen Teilen der Schweiz, Dezimierung der fränkischen Oberschicht in Frankreich bei den Hugenottenverfolgungen und in der Revolution).

Einige dieser Faktoren mögen auch bei den Ungarn und Türken eine Rolle gespielt haben, aber die wichtigste Ursache des Verschwindens bestimmter Typen scheint mir in den Merkmalen selbst und zwar in ihrem entwicklungsgeschichtlichen Charakter zu liegen.

Nach einer für die tierischen und pflanzlichen Rassenmerkmale offenbar in weitem Umfang gültigen entwicklungsgeschichtlichen Vererbungsregel³⁾ weisen Merkmale mit einfach-verursachter, frühzeitig autonomer Entwicklung klare Spaltungsverhältnisse auf, während Merkmale mit komplex-verursachter, durch Korrelationen gebundener Entwicklung häufig die Erscheinung der unregelmäßigen Dominanz und der Kreuzungsvariabilität, sowie ungewöhnliche Zahlenverhältnisse zeigen. Für erbliche Anomalien ist noch die häufige Alternanz oder Koinzidenz mit andern auf demselben morphologischen oder physiologischen Gebiet liegenden Anomalien charakteristisch.

Diese Regel hat nun offenbar auch für andere Gebiete Gültigkeit, namentlich für die Konstitutions- und Krankheitsforschung⁴⁾ und, wie ich glaube, auch für die Völkerkunde.

Allerdings ist die entwicklungsgeschichtliche Analyse der menschlichen Rassenmerkmale, zumal vieler ethnographisch wichtiger Unterschiede des Schädels und der Weichteile des Gesichts, noch zu wenig vorgeschritten, um sie immer mit vollkommener Sicherheit als „einfach“- oder „komplex-verursacht“ bewerten zu können, so wie man z. B. die schwarze Federnfarbe

¹⁾ Kriegsgefangene. Berlin 1916 (D. Reimer). 4^o. S. 23. (Kleine Ausg., S. 97.)

²⁾ So nach Hörnle und Grierson bei der zweiten arischen Einwandererwelle in Indien. Vergl. Gen. Rep. Census of India (1901). L. 1904. S. 511.

³⁾ Diese Zeitschr., 18, 1917.

⁴⁾ Vergl. Berl. Med. Woch., 1918.

einer Taubenrasse als relativ einfach-, das Taubenblau oder das schillernde Blaugrün des Eisvogels als komplex-verursacht bezeichnen muß. Andererseits ist es bekanntlich beim Menschen vielfach sehr schwierig oder aussichtslos, den Vererbungsmodus einer Eigenschaft zu bestimmen. Immerhin steht für eine Reihe von Merkmalen der allgemein-entwicklungsgeschichtliche Charakter im wesentlichen fest, und in vererbungsgeschichtlicher Hinsicht lassen sich schon jetzt zwei Haupttypen von menschlichen Rassenmerkmalen unterscheiden, nämlich solche, die bei Rassenmischungen durch zahlreiche Generationen hindurch immer wieder in reiner Form herausgespalten werden, und andere, welche neben zahlreichen, zwischen den Merkmalen der Stammrassen stehenden Zwischenformen nur noch äußerst selten oder überhaupt nicht mehr in Erscheinung treten. Endlich kann auch gezeigt werden, daß auch auf anthropologischem Gebiete zwischen dem entwicklungsgeschichtlichen Verhalten der Eigenschaften und ihrer Vererbungsweise eine der entwicklungsgeschichtlichen Vererbungsregel entsprechende Beziehung besteht, die sich vorläufig in folgender Weise formulieren läßt:

Einfach-verursachte, frühzeitig autonome Eigenschaften kehren bei Mischvölkern durch viele Generationen hindurch in reiner Form wieder, auch dann, wenn die anfänglichen Träger, sei es mutativ innerhalb des Volkes entstanden (autogene Mischung), sei es von Fremdvölkern übernommen (exogene Mischung), in erheblicher Minderzahl waren:

komplex-verursachte Eigenschaften verlieren in Mischvölkern allmählich ihren ausgeprägten Charakter, auch wenn die anfänglichen Träger einen nach Anzahl und Machtverhältnissen beträchtlichen Volksbestandteil gebildet hatten.

Ich möchte an dieser Stelle nicht auf die Frage eingehen, in welcher Beziehung die „komplex-verursachten“ Charaktere zu den zusammengesetzten Merkmalen (Bateson u. a.) stehen, welche auf dem Zusammenwirken mehrerer, ihrerseits mendelnder Einzelfaktoren beruhen und daher vielfach mit der Spaltungsregel in gutem Einklang stehen, ja z. T. sogar eine besonders schöne Illustration für diese bilden, und ebenso wenig auf die andere Frage, welches Verhältnis zwischen den komplex-verursachten Merkmalen und den polymeren, durch mehrere gleichsinnig wirkende und gleichartige Faktoren bedingten Eigenschaften im ursprünglichen Sinne Nilsson-Ehles und Langs besteht. Hier sollen zunächst nur einige Beispiele angeführt werden.

Die Farben der Nager, Huftiere und Blütenpflanzen sind, soweit ihre Unterschiede auf quantitativen und qualitativen Abstufungen des Zellchemismus beruhen, als relativ einfach-verursacht anzusehen und folgen bekanntlich im allgemeinen sehr streng der Spaltungsregel, so daß sie in gemischten Populationen immer wieder rein herausgespalten werden. Vielleicht

wirft dies ein Licht auf die ethnographische Tatsache, daß sich bei mehreren Völkern mit dunkler Komplexion ein größerer Prozentsatz von blondhaarigen, z. T. auch blauäugigen Individuen findet. Hierher gehören vor allem die vielbesprochenen blonden Berber¹⁾ und die neuerdings von Stefánsson²⁾ untersuchten blonden Eskimos von Viktorialand, die beide von manchen Forschern auf sehr alte, um Jahrhunderte zurückliegende Einkreuzungen zurückgeführt werden.

Ähnliches gilt für Merkmale solcher Organe, deren Entwicklung, wenn auch als solche nicht „einfach“, jedenfalls ein höheres Maß von Autonomie gegenüber derjenigen der Nachbarorgane aufweist, so z. B. für die Form des Hinterhauptes, welches, wie besonders aus den Ergebnissen von Ranke³⁾ hervorgeht, recht komplizierte Ossifikationsverhältnisse zeigt, aber doch nach Rudolf Haecker⁴⁾ in seinem Wachstum ein ziemlich selbständiges und von den übrigen Schädelteilen unabhängiges Gebilde zu sein scheint. Dementsprechend sehen wir, daß beispielsweise die steile Hinterhauptsform der Armenier und das nach hinten vorspringende Hinterhaupt der mediterranen Bevölkerung der französischen Riviera trotz zweifellos sehr ausgiebiger Rassenmischung immer wieder in reiner Form herausgespalten wird, während die nordgermanische Dolichocephalie, bei welcher auch andere Teile des Schädeldachs stärker beteiligt sind, bei Rassenkreuzungen offenbar die Neigung zur Bildung von Intermediärtypen und zu vollkommenem Schwunde hat.

An und für sich komplex-verursachte Merkmale können, wenn im einzelnen Falle ihre Entwicklung durch einen prädominierenden Faktor überwiegend beherrscht wird und wenn dieser seinerseits einem regelmäßigen Vererbungsmodus folgt, klare Spaltungsverhältnisse zeigen, so wie z. B. böseartige Neubildungen, wenn sie streng lokalisiert, d. h. in ihrem Auftreten durch die ausgesprochene und zwar erbliche Minderwertigkeit eines Organs bedingt sind, besonders regelmäßige Vererbungsverhältnisse aufweisen. So sind die verschiedenen Formen von Nase, Mund und Kinn an und für sich komplex-verursachte Merkmale, aber im Fall des Habsburger Typus werden sie durch den prävalierenden Einfluß wahrscheinlich einer anomalen Hypophysenfunktion nach einer bestimmten Richtung umgestaltet und zeigen demnach trotz vielfacher individueller Abweichungen eine streng kontinuierliche, nach Art dominierender Mendel-Merkmale vor sich gehende Vererbung, da offenbar die zugrunde liegende Anomalie der Hypophyse einem regelmäßigen Vererbungsmodus folgt. Ähnliches mag z. B. auch gelten, wenn die „Hethiternase“ bei Armeniern, Syriern und Israeliten trotz stärkster Rassenmischung immer wiederkehrt.

¹⁾ Vergl. zu dieser Frage auch v. Luschan, a. a. O. 18. (Kl. Ausg., S. 72 ff.)

²⁾ *My Life with the Eskimo.* Lond. u. N.-Y. (Mac Millan.)

³⁾ *Abh. d. Math.-Phys. Kl. d. K. Bayer. Ak. Wiss.*, 20. Bd., 2. Abt., 1900.

⁴⁾ *Die anthropol. Sammlungen Deutschlands.* XVI. Tübingen. Brschw. 1902.

Im übrigen gehören aber gerade viele der rassengeschichtlich wichtigsten Merkmale des Schädels und Gesichtes schon wegen der gleichzeitigen Beteiligung verschiedener mesenchymatischer Gewebsformationen und wegen der mannigfachen, z. T. rein mechanischen Wechselwirkungen, die zwischen den benachbarten Skeletteilen während der Entwicklung zur Geltung kommen, zu den ausgesprochen komplex-verursachten Eigenschaften, und dies gilt in ganz besonderem Grade für die charakteristischen Eigentümlichkeiten des mongolischen Gesichtstypus. Ist doch die Flachgesichtigkeit der Mongolen zum großen Teil bedingt durch die eigentümliche, stark geknickte Form des Jochbeins, dessen Entwicklung, obwohl zunächst von einheitlicher Grundlage ausgehend, sehr komplizierter Natur und welches, wie K. Toldt¹⁾ betont hat, infolge seiner Lage außerordentlichen Druck- und Spannungsverhältnissen ausgesetzt ist, ja für die wachsenden Nachbarknochen geradezu eine Art von Ausgleichstelle bildet.

Über die Vererbungsweise der einzelnen Jochbogentypen, speziell desjenigen der Mongolen, ist nun allerdings kaum etwas Näheres bekannt. So liegen z. B. bezüglich der japanischen „halfcasts“ und für die mongolisch-dravidische Mischbevölkerung in Bengalen nur Angaben allgemeiner Art vor, und auch für die sehr genau untersuchten Rehobother Bastards von Südwestafrika, deren eine Stammrasse, die Hottentotten, in bezug auf die Flachgesichtigkeit und Jochbogenform den Ostasiaten sehr ähnlich ist, geht aus den Angaben E. Fischers²⁾ nicht hervor, ob bei gleichmäßiger Mischung beider Stammrassen und speziell in den ohne Rückkreuzungen weitergeführten Bastardlinien der mongoloide Typus in regelmäßigen Zahlenverhältnissen immer wieder rein herauspaltet oder aber stufenweise von Generation zu Generation abgeschwächt wird. Immerhin scheinen die Befunde Fischers dafür zu sprechen, daß für den Ausbildungsgrad dieses Typus auch die Zahl der rein hottentottischen bzw. rein europäischen Ahnen und der genealogische Abstand von ihnen maßgebend ist, daß also ein komplizierteres Verhalten als das rein mendelnde vorliegt, ähnlich wie bei der Ohrenlänge der Kaninchen (Castle), bei der Scheckung der Ratten (Castle), bei der Federnzeichnung der Fasanenbastarde (Ghigi, R. H. Thomas) und bei der Schwarz-Loh-Zeichnung der Kaninchen (V. Haecker und Kuttner). Auf keinen Fall treten klare Spaltungsverhältnisse hervor, so etwa wie beim Habsburger Familientypus, sonst wären sie Fischer bei der Untersuchung der Einzelfamilien sicher aufgefallen.

Wenn also auch die vorliegenden vererbungsgeschichtlichen Beobachtungen keine unmittelbare Handhabe bieten, um die Unregelmäßigkeiten in der Übertragung des mongolischen Typus nach Art und Umfang genauer beurteilen zu können, so wird man doch im Hinblick auf zahlreiche Ana-

¹⁾ Sitzungsber. d. Wiener Ak. Wiss., math.-nat. Kl., Bd. 111, Abt. 3, S. 241.

²⁾ Die Rehobother Bastards. Jena 1913, S. 82.

logien aus der tierischen und pflanzlichen Rassenkunde von vornherein erwarten dürfen, daß eine in entwicklungsgeschichtlicher Hinsicht so komplexe und, mechanisch betrachtet, scheinbar so unausgeglichene Bildung, wie es die typische Jochbeinstruktur der Mongolen ist, in gemischten Populationen ihren Charakter rasch verlieren und, falls nicht immer wieder neuer Zufluß erfolgt, schließlich ganz verschwinden wird. So würde es zu verstehen sein, daß bei den Ungarn und Türken von dem ursprünglichen Herrschervolk im wesentlichen nur die Sprache erhalten geblieben ist.

Es fehlt hierbei auch nicht an einem interessanten Gegenstück. Ein anderes, der mongolischen Rasse allerdings nicht ausschließlich eigentümliches, aber doch bei ihr besonders weit verbreitetes Merkmal ist der sogenannte Mongolenfleck, eine im ganzen, sowohl was die Hautstelle, als die Tiefenschicht anbelangt, lokalisierte Anhäufung von Pigmentzellen, die ihrer ganzen Natur nach wohl nicht mit Unrecht, ähnlich zahlreichen anderen Hautbildungen (Haarwirbel, Kämme der Hühner, Naevi u. a.) als eine verhältnismäßig einfach-verursachte und vor allem entwicklungsgeschichtlich autonome Bildung betrachtet werden darf und, wie die japanischen halfcasts und die Eskimomischlinge zeigen, auch bei Rassenmischungen wieder zum Vorschein kommt. Nun liegt aber die bemerkenswerte Tatsache vor, daß Sperck¹⁾ bei seinen, offenbar in Wien vorgenommenen Untersuchungen die Mongolenflecke nur bei solchen Kindern gefunden hat, in deren Aszendenz ein magyarischer Einschlag nachgewiesen werden konnte. Es scheint dies darauf hinzuweisen, daß diese Hautvariation im Gegensatz zur mongolischen Jochbeinbildung infolge ihres einfacheren entwicklungsgeschichtlichen Charakters und ihres dadurch bedingten regelmäßigeren Vererbungsmodus bei den Magyaren als altes mongolisches Erbgut fortgeführt und immer wieder herausgespalten wird.

Völkerkundlich-entwicklungsgeschichtliche Fragen wie diese werden allerdings erst dann mit einiger Sicherheit zu beantworten sein, wenn eine größere Anzahl sorgfältiger, auf breiter Grundlage aufgebauter Einzeldarstellungen vorliegen, wie es die Fischerschen Untersuchungen und diejenigen von Lundborg über die Bevölkerung der schwedischen Landschaft Blekinge sind. Aber gerade bei der Anbahnung und Durchführung derartiger Arbeiten dürfte es nicht unvorteilhaft sein, wenn neben den in erster Linie heranzuziehenden drei Mendelschen Regeln (Uniformitäts-, Spaltungs- und Unabhängigkeitsregel) auch die entwicklungsgeschichtlichen Gesichtspunkte und die in der entwicklungsgeschichtlichen Vererbungsregel zum Ausdruck gebrachten Zusammenhänge berücksichtigt werden.

¹⁾ Mitteil. d. Wien. Anthr. Ges., 1906.

Sammelreferat.

Keimesschädigung durch physikalische und chemische Eingriffe.

Sammelreferat von **Paula Hertwig.**

Die experimentelle Erforschung der Frage nach der Vererbung erworbener Eigenschaften ist in letzter Zeit in den Vordergrund des wissenschaftlichen Interesses gerückt. Die neueren Untersuchungen über dieses Problem befassen sich in erster Linie mit der Frage, ob Ei oder Samenfaden, als Träger der väterlichen oder mütterlichen Erbmassen, auf experimentellem Wege derart geschädigt werden können, daß sie zwar noch fähig zur Erzeugung eines neuen Organismus sind, dieser jedoch in seiner Entwicklung die Schädigung des väterlichen oder mütterlichen Idioplasma deutlich erkennen läßt. — Daß es möglich ist, in dieser Weise die Geschlechtsprodukte der verschiedensten Tierarten zu beeinflussen, zeigen die im letzten Band dieser Zeitschrift referierten Untersuchungen über die Beeinflussung der Geschlechtszellen und der Nachkommenschaft durch Bestrahlung mit radioaktiven Substanzen. Aber noch andere Möglichkeiten, die Gameten zu schädigen, wurden in den Bereich der experimentellen Untersuchungen gezogen, so die Einwirkungen extrem niedriger Temperaturen, und vor allen Dingen die Beeinflussung durch Behandlung mit den verschiedensten chemischen Agentien. Diese Arbeiten verdienen nicht nur Beachtung in vererbungstheoretischer Hinsicht, sondern auch vom praktisch medizinischen Standpunkt, wie O. Hertwig¹⁾ in seiner Abhandlung, „Idioplasmaveränderung durch physikalisch-chemische Eingriffe“ hervorhebt. Spielt doch in der heutigen Medizin die Chemotherapie eine hervorragende Rolle, und es werden dem menschlichen Körper, wie nie bisher, die verschiedensten chemischen Verbindungen, entweder durch den Darmkanal oder durch Injektion in Blut- und Lymphbahn, in z. T. nicht unbeträchtlichen Quantitäten, einverleibt. Die

¹⁾ Veränderung der idioplasmatischen Beschaffenheit der Samenfäden durch physikalische und durch chemische Eingriffe. Sitzber. d. kgl. pr. Akad. d. Wissenschaften Bd. 31, 1912.

Möglichkeit, daß durch derartige Eingriffe die Geschlechtszellen direkt beeinflußt werden können, verdient Beachtung und nähere Untersuchung.

Den Einfluß einer Temperatur von 0° C. auf die Entwicklung unbefruchteter Echinideneier untersuchte J. Bury¹⁾. Die Verfasserin konnte unter dem Einfluß dieser extrem niedrigen Temperatur eine Chromatinemission aus dem Kern in das Protoplasma feststellen. Nach Überführung der Eier in normale Temperatur wurden dieselben befruchtet. Es folgten dann mehr oder weniger gestörte Kernteilungen und längere Zeit blieb die Plasmateilung vollkommen aus. Es bildeten sich Riesenkerne, die nach einiger Zeit durch multipolare Mitosen auf das normale Maß der Kerngrößen reduziert werden. Diese „Regulationsteilungen“ werden von gleichzeitigen Teilungen des Plasma begleitet, und so wird das Vielzellen- oder Morulastadium des Keimes erreicht. Die meisten folgenden Mitosen sind normal, doch werden degenerierte Teile der Larve in das Blastocöl ausgestoßen. Über die weitere Entwicklung der Larven fehlen die Angaben, doch nehme ich an, daß Plutei nicht mehr gebildet werden. — Aus dieser Untersuchung scheint mir hervorzugehen, daß besonders die Funktionen des Plasma durch die Kältewirkung gestört wurden: doch ist auch ein Einfluß auf die Kernsubstanz, wie aus häufig beobachteter Amitose hervorgeht, unverkennbar.

Zahlreicher sind die Untersuchungen, die sich mit dem Einfluß chemischer Agentien auf die Geschlechtsprodukte befassen. Es seien hier zuerst die Arbeiten O. Hertwigs²⁾ über die „Keimesschädigung durch chemische Eingriffe“ besprochen. Als Versuchsobjekte dienten die Samenfäden von *Rana fusca* und *Rana esculenta*, deren Verhalten zu den verschiedensten chemischen Stoffen geprüft wurde. Die durch Zerzupfen der Hoden gewonnene Samenflüssigkeit wurde für eine bestimmte Zeit in chemische Lösungen von bekannter Konzentration gebracht. Falls die Spermatozoen nach einer derartigen Behandlung noch fähig waren, gesunde Eier zu befruchten, wurde die weitere Entwicklung dieser Eier verfolgt und mit normalen Kontrollen verglichen. Zur Anwendung gelangten: Die Anilinfarben Methylenblau, Eosin, Fuchsin. Die Arsenverbindung Atoxyl, ferner Sublimat, Chloralhydrat, Strychnin, Äthyl- und Methylalkohol.

Die Einwirkung dieser Agentien auf die Spermatozoen war eine sehr verschiedenartige. So behielten die Samenfäden selbst bei längerem Verweilen, bis zu 24 Stunden, in Lösungen von Eosin, Methylenblau, Atoxyl, Strychnin vollkommen ihre Beweglichkeit und befruchteten daher einen großen Prozentsatz der Eier. Hingegen wurden sie bei Behandlung mit einer gesättigten Fuchsinlösung bereits nach 6 Stunden unbeweglich, eine 0,3%ige

¹⁾ Über den Einfluß der Temperatur von 0° C. auf die Entwicklung der Echinideneier. Bull. de l'Acad. des Sciences de Cracovie 1912.

²⁾ Sitzber. d. kgl. pr. Akad. d. Wissenschaften Bd. 30, 1913.

Chloralhydratlösung lähmte den Geißelschlag bei einer Einwirkung von 5 Stunden, und bei Behandlung mit einer 0,2⁰/₀igen Sublimatlösung trat ein umgehender Stillstand der Bewegung ein, nur in einer 0,01⁰/₀igen Lösung blieben die Samenfäden bis zu $\frac{3}{4}$ Stunden beweglich. Überraschend dagegen ist die Widerstandsfähigkeit der Samenfäden gegen Alkohollösungen von relativ hoher Konzentration. Selbst stundenlange Einwirkung wird gut vertragen, man gewinnt sogar den Eindruck als ob der Geißelschlag der Spermatozoen kräftiger erfolgt, als in der indifferenten 0,3⁰/₀igen Kochsalzlösung. Es läßt sich daher wohl ein Alkoholzusatz mit Erfolg verwenden, wenn es sich darum handelt, schwach bewegliche Samen noch befruchtungsfähig zu machen.

Um nun festzustellen, ob das chemische Mittel die Substanz, welche auf die Entwicklung des Eies einen Einfluß ausübt, also das Idioplasma des Samenfadens, oder das in seinem Kopfabschnitt enthaltene Chromatin, geschädigt hat, wurden normale Eier mit Sperma, das sich möglichst lange Zeit in einer der verschiedenen Lösungen befunden hatte, befruchtet. Es ergab sich das überraschende Resultat, daß nur eine ziemlich geringe Zahl der geprüften Chemikalien Veränderungen der Kernsubstanz hervorgerufen hatte. Eier, die mit Samenfäden befruchtet wurden, die sich während 24 Stunden in einer 1⁰/₀igen Eosinlösung befunden hatten, entwickelten sich völlig normal. Ebenso wenig konnte das Idioplasma der Spermatozoen durch eine gesättigte Fuchsinlösung, oder durch eine 1⁰/₀ige Atoxylösung (Verweilen während 24 Stunden), noch durch achtstündige Einwirkung von 6⁰/₀igen Alkoholen geschädigt werden. Hingegen wurde durch Methylenblau, Chloralhydrat und Strychnin ihre Konstitution derart verändert, daß sich nur pathologische Larven entwickelten. Am deutlichsten war der Einfluß der Methylenblaulösungen. Wenn Samenfäden sich 20 Minuten, 1 $\frac{1}{2}$ oder 2 $\frac{1}{2}$ Stunden unter der Einwirkung einer 0,025⁰/₀igen Lösung befunden hatten, so schlug eine Anzahl der durch sie befruchteten Eier eine stark gestörte Entwicklung ein und lieferte pathologische Embryonen und Larven, die einige Tage nach der Befruchtung, spätestens 2—3 Wochen nach derselben, abstarben.

Neben dieser Versuchsanordnung — Behandlung des zerzupften Hodens mit chemischen Lösungen und Befruchtung mit der so gewonnenen Samenflüssigkeit —, versuchte O. Hertwig auch noch die männlichen Keimzellen dadurch zu schädigen, daß er Lösungen chemischer Stoffe dem lebenden Frosche injizierte, die so vorbehandelten Tiere nach mehrmaligen Injektionen tötete, und ihr Sperma alsdann zur Befruchtung verwandte. Auch bei diesen Versuchen blieb die Behandlung mit Atoxyl und Eosin vollkommen ergebnislos, trotzdem nach Einspritzung des letzteren die Blutflüssigkeit und alle Organe, so auch die Hoden, tief eosinrot gefärbt waren. Ein positives Ergebnis zeitigte dagegen die Injektion von 7 ccm einer 0,1⁰/₀igen Methylenblaulösung, die einem Froschmännchen im Laufe von 8 Tagen verabreicht worden war. Eine hochgradige und sehr gleichmäßig eingetretene pathologische

Entwicklung kennzeichnete die mit dem Samen dieses Männchens befruchteten Eier.

Eine weitere Arbeit, die sich mit demselben Problem beschäftigt, ist die 1913 erschienene Abhandlung von G. und P. Hertwig¹⁾ über die „Beeinflussung der männlichen Keimzellen durch chemische Stoffe“. Als Versuchsobjekte dienten wieder die Geschlechtsprodukte der Amphibien. Im Gegensatz zu den Versuchen O. Hertwigs konnten die Verfasser keine Schädigung der Kernsubstanz durch Strychnin hervorrufen. Ebenso blieb eine 0.25%ige Nikotinlösung wirkungslos. Hingegen konnte die schädigende Wirkung des Methylenblaus (Zinkchloriddoppelsalz) auf das deutlichste nachgewiesen werden. Bei diesem Versuche wurden die Samenfäden von *Rana fusca* $1\frac{1}{2}$ Stunde lang mit einer 0.05%igen Methylenblaulösung behandelt und dann zur Befruchtung von Eiern von *Rana esculenta* verwendet. Die aus dieser Bastardbefruchtung sich entwickelnden Eier sterben bei Benutzung von normalem *Rana fusca*-Samen infolge der idioplasmatischen Disharmonie der Gameten auf dem Blastulastadium ab. Durch die Methylenblaubehandlung wurde jedoch die väterliche Kernsubstanz derartig geschädigt, daß sie wie bei den Radiumexperimenten, vermehrungsunfähig wurde. Das Eindringen des Samenfadens diente nur als Anreiz zur Entwicklung, die im übrigen nur vom Eikern geleitet wurde, also als eine haploid-parthenogenetische zu bezeichnen ist. Durch Kernmessungen wurde die haploide Natur der „falschen Bastarde“ nachgewiesen. Es erweist sich durch diese Versuche die Methylenblaubehandlung als ein, ebenso wie die Radiumbestrahlung, sehr brauchbares Mittel, um parthenogenetische Amphibienlarven zu erhalten.

Zweitens wurden die Spermatozoen eines Knochenfisches, *Gobius jazo*, der chemischen Behandlung unterworfen. Eine 0.1%ige Methylgrünlösung blieb wirkungslos, Methylenblau hingegen schädigte auch hier die Kernsubstanz der Samenfäden, ohne deren Bewegungsfähigkeit zu beeinflussen. Durch Befruchtung mit einstündig behandeltem Methylenblausamen wurden pathologische Fischembryonen gezüchtet, die nur das Alter von 10–13 Tagen erreichten.

Als drittes Testobjekt dienten die Samenfäden von Seeigeln, die mit Chloralhydrat, Strychnin, Nikotin, Methylgrün, Kristallviolett und Methylenblau behandelt wurden. Es stellte sich bei den Versuchen heraus, daß weder Methylgrün und Kristallviolett noch Chloralhydrat, Strychnin oder Nikotin Schädigungen des Chromatins hervorriefen. — Interessante Ergebnisse zeigten jedoch die Versuche mit Methylenblau. Bei einer Behandlung der Spermatozoen mit Methylenblau (0.02–1%) von weniger als 2 Stunden zeigte sich fast nie eine Einwirkung der chemischen Substanz. Verblieben jedoch die Samenfäden 2 Stunden und länger in den Lösungen, machten sich starke Entwicklungsstörungen bemerkbar. — Auffallenderweise war der Ausfall der

¹⁾ Arch. f. mikr. Anat. Bd. 83, Abt. II, 1913.

Versuche trotz genauer gleicher Behandlung der Spermatozoen ein sehr ungleichmäßiger. Es stellte sich heraus, daß die Samenfäden verschiedener Individuen ungleich auf die Methylenblauschädigung reagierten. So entwickelten sich z. B. in einer Kultur die Eier, die mit zweistündig behandeltem Sperma befruchtet worden waren, zum weitaus größten Teil normal, während sich bei allen übrigen gleichartigen Versuchen fast nur Stereoblastulae und nur eine äußerst geringe Zahl normaler Larven gebildet hatten. Vollständig fehlten jedoch normale Larven in keiner einzigen Zucht, und merkwürdigerweise wuchs die Zahl der sich zu Plutei entwickelnden Eier, je länger der Samen mit Methylenblau behandelt wurde. Bei achtstündiger Behandlung war deren Zahl eine nicht unbeträchtliche und nach einer Behandlung von 16—18 Stunden entwickelten sich fast alle Eier normal, anstatt, wie die Verfasser erwartet hatten, potenzierte Zerfallserscheinungen zu zeigen.

Um dieses Resultat zu erklären, war nun zuerst nach Analogie der Radiumexperimente an Amphibien daran zu denken, daß durch die lange Methylenblauwirkung der Samenkern von der Entwicklung ausgeschaltet worden wäre, und diese also „haploid-parthenogenetisch“ verlief. Diese Annahme wurde durch Kernmessungen, welche die diploide Natur der Larven nachwiesen, widerlegt. — Die Erklärung des Versuchsergebnisses wurde durch eine Beobachtung erleichtert. Während sich bei zweistündiger Methylenblaubehandlung sämtliche Spermatozoen noch lebhaft bewegten, war nach längerer Einwirkungsdauer der größere Teil abgestorben. Nimmt man nun an, daß nicht alle Spermatozoen durch das Methylenblau geschädigt werden, daß vielmehr ein Teil derselben besonders widerstandsfähig „Methylenblaufest“ ist, so ergibt sich folgende Erklärung: „Durch die lange Methylenblaubehandlung hat eine Selektion stattgefunden. Infolge der 18stündigen Einwirkung sind alle Samenfäden, deren Kern durch das Methylenblau geschädigt ist, abgestorben; nur diejenigen Spermatozoen, deren Kernsubstanz gegen das Methylenblau unempfindlich ist, bleiben am Leben und befruchten die Eier, die sich infolgedessen normal entwickeln.“ — Dieses Resultat stimmt gut mit den Beobachtungen an Amphibien überein. O. Hertwig hebt ebenfalls den ungleichartigen Ausfall der Experimente hervor. Auch er nimmt eine bestimmte Schutzvorrichtung der Samenfäden gegen chemische Veränderungen ihrer Umgebung an. „Dieser Schutz wird nicht nur bei verschiedenen Tierarten ein sehr ungleicher sein, sondern auch bei Vertretern derselben Spezies oder bei Samenfäden aus derselben Keimdrüse Variationen darbieten können.“ Ein Analogon zu dieser Beobachtung ist in den chemotherapeutischen Untersuchungen Ehrlichs¹⁾ zu finden, der von fuchsin-, trypan- oder arsenfesten Trypanosomenstämmen spricht.

¹⁾ Beiträge zur experimentellen Pathologie und Chemotherapie, Leipzig 1909, und in anderen Schriften.

In der Absicht, bei Seeigelbastarden den Einfluß der väterlichen Eigenschaften zu gunsten der mütterlichen zu verringern, versuchte C. Herbst (Vererbungsstudien III und IV)¹⁾ die Samenfäden durch chemische Agentien zu schädigen. Er stellte fest, daß die Behandlung der Spermatozoen mit Natronlauge die Fähigkeit derselben, die väterlichen Eigenschaften zu übertragen, nicht herabsetzen konnte, obgleich die Samenfäden so lange behandelt wurden, daß gerade noch ein kleiner Teil beweglich und befruchtungsfähig blieb. — Ebenso war die Einwirkung von Ammoniak, das nach O. Warburgs²⁾ Untersuchungen in die Köpfe der Spermatozoen selbst eindringt und nicht wie die Natronlauge nur eine Oberflächenveränderung ausübt, ohne Einfluß auf das Idioplasma des Samenfadens. — In Thymolwasser konnte das Sperma nur 4 Minuten bleiben, ohne bewegungslos zu werden. Die wenigen von so behandeltem Sperma befruchteten Eier entwickelten sich normal.

In den eben referierten Arbeiten wurde festgestellt, daß eine sechsstündige Behandlung mit 5%igem Alkohol keine Schädigung der Spermatozoen hervorrufen konnte. Trotzdem ist wohl nicht daran zu zweifeln, daß chronischer Alkoholmißbrauch beim Menschen nicht nur die Leber und manche andere Organe, sondern auch die Keimdrüsen und die sich in ihnen bildenden Eier oder Samenfäden, und dadurch auch die Nachkommenschaft, nachteilig beeinflusst. Dieses geht aus den sehr zahlreichen Beobachtungen und Krankengeschichten hervor, die in der medizinischen Literatur vorliegen, und die von Hoppe³⁾ in den „Tatsachen über den Alkohol“ zusammengestellt sind. Einen weiteren einwandfreien Beweis hat ferner der Amerikaner Stockard durch seine 1912 begonnenen Experimentalstudien über den Einfluß des Alkohols auf die Keimzellen und die Nachkommenschaft von Meerschweinchen erbracht.

Seit dem Jahre 1888, in dem Mairet und Cambemal⁴⁾ zum ersten Mal den Einfluß von Alkohol auf die Nachkommenschaft von Säugetieren festzustellen suchten, wurden zahlreiche derartige Arbeiten unternommen, so z. B. von Hodge und Nice⁵⁾, die jedoch alle zu keinen eindeutigen Resultaten führten, da erstens die Methode der Alkoholverabreichung keine einwandfreie und zweitens die Zahl der zu den Experimenten benutzten Tiere

¹⁾ Arch. f. Entw.-Mech. Bd. 24, 1907 und Sitzber. der Heidelberger Akad. d. Wissenschaften 1913.

²⁾ Zeitschr. f. physiol. Chemie Bd. 66, 1910.

³⁾ Die Tatsachen über den Alkohol. München 1912, 4. Auflage.

⁴⁾ Influence dégénérative de l'alcool sur la descendance. Compt. rend. Acad. Sc. CVI, 1888.

⁵⁾ Comparative Studies on the Effects of Alcohol, Nicotine, Tobacco Smoke, and Caffeine on White Mice. Journ. of Exp. Zool. VII, 1912.

eine viel zu kleine war, auch keine Kontrollzuchten geführt wurden. Alle diese Fehlerquellen sind in Stockards¹⁾ Untersuchungen vermieden.

Die Versuchsanordnung war derartig, daß die Meerschweinchen in besonderen dafür gebauten Käfigen Alkoholdämpfe einatmeten, bis sie fast ganz berauscht waren. Die Tiere vertrugen diese Alkoholbehandlung auffallend gut. Gewebe und Organe erwiesen sich bei mikroskopischer Untersuchung als vollkommen normal, selbst wenn das Tier während 3 Jahren sechsmal wöchentlich Dämpfe von 95%igem Alkohol inhaliert hatte. Es wurden nun 1. männliche alkoholische Tiere mit normalen Weibchen gepaart, 2. alkoholische Weibchen mit normalen Böcken belegt und 3. wurden alkoholische Weibchen mit alkoholischen Männchen verbunden. In allen drei Gruppen machten sich die Folgen des Alkoholgenusses der Eltern durch Degeneration der Nachkommenschaft, durch frühzeitigen Abort, durch schwächliche und kleinwüchsige Junge bemerkbar. Stockard gibt folgende Zahlen an:

1. Gruppe. (Alkoholische Männchen gepaart mit normalen Weibchen.) Es wurden 95 Paarungen vorgenommen; 25 Weibchen abortierten frühzeitig. 34 Weibchen warfen Junge, jedoch 8 Weibchen nur totgeborene. Die übrigen 26 Weibchen oder 44% brachten 54 lebende Junge zur Welt, von denen jedoch nur 33 am Leben blieben und kleine und erregbare Tiere waren.

2. Gruppe. (Normale Männchen gepaart mit alkoholischen Weibchen.) Es wurden 15 Paarungen vorgenommen. 3 Weibchen warfen tote Junge. 9 Weibchen oder 60% brachten 19 lebende Junge zur Welt, von denen jedoch 9 bald nach der Geburt starben.

Im Vergleich mit dem Versuch Gruppe 1 ist hier die Schädigung der Nachkommenschaft eine zweifache. Erstens wird, wie vorher die Samenzelle, hier die Eizelle geschädigt, und zweitens entwickelt sich der Embryo unter der Einwirkung des alkoholischen mütterlichen Gewebes. Trotzdem ist die Zahl der Lebendgeburten eine prozentual höhere, da jedoch viele der Nachkommen früh starben, ist die Zahl der überlebenden Jungen eine kleinere.

3. Gruppe. (Alkoholische Männchen gepaart mit alkoholischen Weibchen.) Es wurden 29 Paarungen vorgenommen. Stockard erhielt 3 Würfe

¹⁾ The influence of Alcohol and other Anaesthetics on Embryonic Development. Am. Journ. Anat. X, 1910.

An experimental Study of Racial Degeneration in Mammals treated with Alcohol. Arch. internal med. X, 1912.

Stockard, C. R. and Craig, D. M. An Experimental Study of the Influence of Alcohol on the Germ Cells and the Developing Embryos of Mammals. Arch. f. Entw.-Mech. Bd. 35.

The Effect on the Offsprings of intoxicating the Male parent and the Transmission of the defects to subsequent Generations. Publ. of Cornell university Med. College. Dep. of Anatomy Vol. IV, 1913—14.

von totgeborenen Tieren, und nur 16 Junge von 11 weiteren Würfen. Nur 9 von den Nachkommen blieben am Leben. — In dieser Gruppe machte sich, wie zu erwarten war, der Alkoholeinfluß am deutlichsten bemerkbar.

Zum Vergleich macht Stockard folgende Zahlenangaben über seine Kontrollzuchten. Es wurden 35 Paarungen vorgenommen, nur 1 Weibchen warf tote Junge, 32 Weibchen dagegen brachten 60 Nachkommen zur Welt, von denen 56 am Leben blieben.

Die Nachkommen der alkoholisierten Tiere, die Stockard als zweite Generation bezeichnet, wurden nicht mit Alkohol behandelt. 3 Tiere dieser zweiten Generation wurden mit normalen Meerschweinchen gepaart, und hatten eine zwar nicht sehr zahlreiche, aber normale Nachkommenschaft. — Wurden sie jedoch mit alkoholischen Meerschweinchen gepaart, so war das Versuchsergebnis ein sehr ungünstiges. 2 Weibchen warfen tote Junge, nur ein einziges brachte 2 lebende zur Welt. — 19 Paarungen wurden zwischen Individuen der zweiten Generation vorgenommen. Es wurden nur 19 Junge geworfen, von denen 6 stark pathologisch waren und bald starben. — Während also eine Paarung der zweiten Generation mit normalen Tieren eine gesunde Nachkommenschaft liefert, zeigt sich der Einfluß der alkoholischen Großeltern auf das deutlichste bei den Nachkommen von Tieren der zweiten Generation.

Durch diese Versuche hielt es Stockard für bewiesen, daß chronische Alkoholeinwirkung die Geschlechtszellen so gut wie andere Gewebe schädigt und daß die Nachkommen, die von solchen geschwächten Gameten abstammen, in allen ihren Zellen, den somatischen und den generativen, geschwächt sind und daher auch ihrerseits nur eine degenerierte Nachkommenschaft erzeugen.

1916 ist eine weitere Mitteilung von Stockard und Papanicolaou über die Fortsetzung der Alkoholexperimente an Meerschweinchen erschienen¹⁾. Die Versuche erstrecken sich auf einen Zeitraum von fünf Jahren. Mehr als 700 Tiere, die vier Generationen angehören, wurden untersucht. — Eine Übersicht über die gesamten Resultate geben die Verfasser in einer Tabelle, die ich hier mit kleinen Kürzungen und unter Zufügung der z. T. im Original an anderer Stelle erwähnten Prozentzahlen²⁾ folgen lasse (s. Tabelle S. 87).

Von den in der Rubrik „überlebende Junge“ angeführten Individuen ist nur ein Teil normal. Besonders häufig treten Mißbildungen und Sterilität bei Paarungen der F_2 - und F_3 -Generationen untereinander auf.

Die Verfasser kommen auf Grund dieser Zusammenstellungen zu folgenden Schlüssen: Die Schädigung der Geschlechtszellen durch Alkohol ist

¹⁾ The American Naturalist, Vol L, 1916. A further Analysis of the hereditary Transmission of Degeneracy and Deformities by the Descendants of Alcoholized mammals.

²⁾ Die in den Vertikalspalten IV—VI angegebenen Prozentzahlen beziehen sich auf die Gesamtzahl der Nachkommen, inklusive der totgeborenen Jungen.

Zustand der Versuchstiere	I	II	III	IV	V	VI
	Anzahl der Deckungen	Früher Abort	Würfe von toten Jungen	Zahl der toten geborenen Jungen	Zahl der bald nach der Geburt gestorbenen Jungen	Überlebende Junge
Alkoholisches ♂ × normales ♀	90	37 = 41 %	10 = 11 %	20 = 20 %	35 = 34 %	47 = 46 %
Normales ♂ × alkoholisches ♀	33	7 = 21 %	4 = 12 %	12 = 23 %	23 = 41 %	21 = 37 %
Alkoholisches ♂ × alkoholisches ♀	41	20 = 49 %	4 = 10 %	8 = 23 %	12 = 35 %	14 = 41 %
Summe	164	64 = 40 %	18 = 11 %	40 = 21 %	70 = 36 %	82 = 43 %
Kontrolle normales ♂ × normales ♀	90	22 = 25 %	2 = 2,2 %	8 = 6 %	19 = 16 %	99 = 78 %
2. Generation × normale Tiere	46	10 = 22 %	3 = 8 %	8 = 13 %	29 = 47 %	25 = 40 %
2. Generation × alkoholische Tiere	53	16 = 30 %	8 = 15 %	17 = 25 %	22 = 33 %	28 = 42 %
2. Generation × 2. Generation	95	29 = 30 %	7 = 7 %	16 = 14 %	43 = 39 %	52 = 47 %
3. Generation × 2. Generation	33	15 = 45 %	4 = 12 %	8 = 26 %	16 = 52 %	7 = 22 %
3. Generation × normale Tiere	17	3 = 17 %	4 = 23 %	8 = 40 %	5 = 25 %	7 = 35 %
3. Generation × alkoholische Tiere	3	1 = 33 %	0	0	2 = 67 %	1 = 33 %
2., 3. Generation × 2., 3. Generation	18	9 = 50 %	2 = 22 %	6 = 37 %	6 = 37 %	4 = 25 %
3. Generation × 3. Generation	48	20 = 42 %	7 = 15 %	14 = 30 %	19 = 43 %	13 = 28 %

noch in der dritten Generation erkennbar; ja sie tritt sogar häufig bei den Urenkeln der behandelten Tiere deutlicher hervor als bei den unmittelbaren Nachkommen, da erstere fast ohne Ausnahme anormal und mißbildet, sowie unfähig zur weiteren Fortpflanzung sind. — Zweitens geht aus dem Material deutlich hervor, daß Inzucht die degenerierende Wirkung des Alkohols begünstigt. Werden nichtbehandelte Tiere der F₂- oder F₃-Generation zur Zucht gewählt, so erhält man nur eine wenig zahlreiche und lebensunfähige Nachkommenschaft.

Diese Folgerungen scheinen mir aus dem Versuchsmaterial wohl begründet zu sein, doch läßt sich ein Gleiches nicht sagen von der Theorie über die verschiedengradige Empfindlichkeit der väterlichen und mütterlichen Gameten gegen die Alkoholeinwirkung, die von den Verfassern angenommen wird. Die Zuchtergebnisse sollen besser ausfallen bei der Paarung einer alkoholisierten Mutter mit einem normalen Vater, als wie bei der Paarung einer normalen Mutter mit einem alkoholisierten Bock, das heißt also, die Spermatozoen werden mehr geschädigt als wie die Eier. Diese Behauptung kann wohl nach den auf den Tabellen III und IV des Originals gegebenen Zusammenstellungen, zu deren Verständnis der Text leider nicht die genügenden Daten über die Herkunft der verwendeten Tiere gibt, aufrecht erhalten werden. Sie stimmt aber weder mit den Zahlenangaben der auch in diesem Referat wiedergegebenen Tabelle I des Originals überein, noch mit den auf S. 75 stehenden Worten: „Yet the behavior of the alcoholized females is very little if any worse than the records shown by the alcoholized males.“

Ferner glauben die Verfasser feststellen zu können, daß die männlichen Nachkommen eines alkoholisierten Vaters weniger geschädigt sind als wie die weiblichen, und daß andererseits die Söhne einer alkoholisierten Mutter sich schlechter entwickeln als wie die Töchter. Mir scheint das statistische Material viel zu gering zu sein, um diese Annahme zu begründen, die, wie die Verfasser ausführen, uns zwingt, eine selektive Schädigung der Samenfäden anzunehmen. Es ist daher noch verfrüht, eine solche aus dem Vorhandensein von zweierlei Spermatozoen zu erklären, die M. Stevens¹⁾ bei der Untersuchung der Meerschweinchenhoden fand. Es handelt sich um Samenfäden mit einem großen x-Chromosom (Weibchen-bestimmend) und um Samenfäden mit einem kleinen y-Chromosom (Männchen-bestimmend). Die ersten sollen die Schädigung stärker übertragen wie die zweiten, wobei es die Verfasser offen lassen, ob eine qualitative oder quantitative Einwirkung vorliegt.

Weitere Versuche sind nötig, um über die vorliegende sehr interessante Frage, ob eine selektive Schädigung der Gameten möglich ist, Aufschluß zu verschaffen.

¹⁾ 1911. Heterochromosomes in the Guinea Pig. Biol. Bull. Vol. 21.

Referate.

Haeckel, Hescheler, Eisig. Aus dem Leben und Wirken von Arnold Lang. Jena, Fischer, 1916, gr. 8, 285 S.

Ein getreues und auch für spätere Jahre wertvolles Bild von dem Leben und Wirken des allzufrüh seiner Arbeit entrissenen Forschers.

Das Buch wird allen, die Lang gekannt haben, ein willkommenes Andenken sein. Baur.

Schaxel, J. Über den Mechanismus der Vererbung. Jena, Fischer, 1916.

Eine außerordentlich anregende Studie, die dartun will, wie die Entwicklungsmechanik berufen sei, im Sinne Johannsens das „morphologische Korrektiv“ für die zunächst rein statistische, mendelistische Erbforschung abzugeben. Schaxel faßt das Vererbungsproblem als eine Teilfrage des allgemeinen Determinationsproblems auf. „Der geschlechtlich erzeugte Organismus erhält von der Mutter die die Grundlegung seiner Organisation determinierende Eikonstitution und vom Vater zu der mütterlichen noch eine gleichartige Kernkomponente, die mit jener zusammen die Spezifikation seiner Dauerstrukturen und damit alle weiteren Umbildungen der Zellabkömmlinge determiniert“. Wie er das in seinem Buche „Die Leistungen der Zellen bei der Entwicklung der Metazoen“ (Jena, 1915) näher entwickelt, lehnt er ab, daß der Deszendent von beiden Eltern je eine gleiche erbliche Komponente erhält. Vielmehr seien die beiden ersten Phasen der Ontogenese (Furchung und Organanlagenformierung) rein mütterlich determiniert und erst bei der histogenetischen Differenzierung sollen die beiderelichen Faktoren gemeinsam wirken. Damit will er den „Nachweis der tatsächlichen Unvollständigkeit der Erbforschungsstatistik“ geführt haben, die nur die Bildungen der dritten Entwicklungsphase phänotypisch erfasse, dagegen die beiden ersten rein mütterlich determinierten außer acht lasse. Als Beispiel für diese Anschauung führt Schaxel die Verschiedenheit reziproker Bastarde auf die mütterlich determinierte Vorentwicklung zurück. In Hinsicht auf die Erscheinung der Dominanz und Rezession meint Schaxel, aus den Versuchen von C. Herbst und Th. Boveri mit Gattungsbastarden von Echiniden, wo bei Verdoppelung der weiblichen Vorkernsubstanzen überwiegend mütterliche Larvencharaktere auftreten, lasse sich vielleicht einmal der Schluß ziehen, daß „immer das assimilationsfähigere Allelomorph die Oberhand gewinnt und dadurch die von ihm determinierte Bildung als die Dominante erscheint“. — Obwohl Schaxel selbst zugeben muß, daß bisher die Entwicklungsmechanik für den Mendelismus kausalanalytisch zu keinen Er-

gebissen geführt hat, ist er doch für die Zukunft stark optimistisch. Er hat die Grundüberzeugung, daß es „ein Geschehen, das irgendwie über oder neben der Entwicklung einherginge oder irgendwann zu ihr hinzuträte und Vererbung genannt werden könnte, nicht gibt“. In dem Determinationsproblem liegt zugleich der Mechanismus der Entwicklung und der Vererbung. Und diese Auffassung hält er für allein berufen, den Mendelismus über die exakte Erfassung phänotypischer Manifestationen hinaus zu führen zum Wesen der genotypischen Konstitution.

Ich will zu Schaxels Broschüre zweierlei anmerken. Niemand ist sich über die Grenzen dessen, was die Erblichkeitsforschung aus sich zu leisten vermag, klarer, wie die Arbeiter auf diesem Gebiete. Alles, was zur Erklärung der gesetzmäßigen Manifestationen angenommen wird, beruht auf einer Hypothese. Bei jeder Registrierung einer neuen Erscheinung, zumal auf dem Gebiete der Mutationen!, nach der Präsenz-Absenz-Theorie berührt es peinlich, daß wir über das Wesen der genotypischen Konstitution gar nichts wissen. Trotzdem hat die Vererbungslehre schon viel geleistet, macht immer neue Fortschritte und vor allem beginnt sie gerade jetzt mehr und mehr Einfluß auf die Praxis der Züchtung zu gewinnen und das, obwohl sie noch vielleicht unabsehbare Zeit auf die kausalanalytischen Feststellungen der Entwicklungsphysiologie warten müssen. Das Fortschreiten der Erblichkeitsforschung ist zunächst noch von der entwicklungsmechanischen Fundierung unabhängig. Das hätte ich gern bei Schaxel anerkannt gesehen.

Sodann muß ich gegen eine Anschauung Schaxels einen tatsächlichen Einwand erheben. Er überschätzt bei weitem die Gültigkeit der „Dominanzregel“. Einmal sagt er, daß „bei Heterozygotie trotz ihrer (der Faktoren) doppelten Vertretung keine intermediären Bildungen“ entstehen, sondern „jede Elementareigenschaft nur in der Bestimmung des einen Partners im homologen Genpaare zur Entfaltung“ gebracht wird (S. 6/7). Auf Seite 15 wiederholt er das: „Das Produkt des heterozygotischen Determinationskomplexes ist kein intermediäres, sondern es wird jede Elementareigenschaft nur in der typischen Bildungsweise eines Elters realisiert.“ Das bezeichnet er als das wichtigste Ergebnis der Erblichkeitsstatistik, das sie unter den Bezeichnungen Dominanz und Rezession als „gegebene Erscheinung“ hinnehme. Diese Ansicht Schaxels entspricht einem überwundenen Standpunkt der Vererbungslehre. Es herrscht heute darüber volle Übereinstimmung, daß das Wesen der mendelistischen Phänomene in der Spaltung liegt, d. h. in der Bildung reiner Gameten. Heute sind sogar Zweifel möglich, ob vollkommene Dominanz überhaupt häufig vorkommt. Es ist auf die Erscheinungen der „unvollständigen“ und „wechselnden“ Dominanz, vor allem aber auf den verbreiteten Zea-Typus zu verweisen. Vergl. auch meinen Aufsatz „Gibt es konstante Bastarde?“ (Die Naturwissenschaften 1914, Heft 50).

Gerschler.

Heribert-Nilsson, N. 1917. Eine Mendelsche Erklärung der Verlustmutanten. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 34, S. 870.

Verfasser geht aus von dem Umstand, daß die große Mehrzahl aller in reinen Kulturen aus sonst konstanten Sippen entstehenden, von der Stammsippe genotypisch verschiedenen neuen Formen gegenüber der Stammsippe einen mendelnden Unterschied aufweisen, sowie daß die Stammsippe bei einer Rückkreuzung sich als dominant erweist über die neue Form. Man

hat, ausgehend von gewissen theoretischen Vorstellungen, diese Tatsache auch so ausgedrückt, daß man sagte, die große Mehrzahl aller einwandfreien Mutationen beruhe auf dem „Verlust einer Eigenschaft“.

Alle diese Verlustmutationen versucht Heribert-Nilsson auf eine Bastardspaltung zurückzuführen. Er nimmt an, daß wenn aus einer Rasse mit der bisher für sie angenommenen Erbformel $AABBCC \dots$ durch Verlustmutation ein Individuum von der Formel $AaBBCC \dots$ bzw. $aaBBCC \dots$ entstehe, dies daher rühre, daß die Ausgangsrasse nur scheinbar homozygotisch, in Wirklichkeit aber heterozygotisch sei. Es werde nämlich die nach der bisherigen Annahme durch den Faktor A bedingte dominante Eigenschaftsbildung in Wirklichkeit bedingt durch zwei gleichsinnige (Nilsson-Ehlesche) Faktoren, die etwa A_1 und A_2 heißen mögen und in denen beiden die Ausgangssippe heterozygotisch sei. Die Formel der scheinbar konstanten Ausgangssippe sei also: $A_1a_1A_2a_2BBCC \dots$. Aus einer solchen Sippe müßte, wenn keine Koppelung zwischen A_1 und A_2 besteht, unter 16 Individuen jeweils eines auftreten, das die Formel $a_1a_1a_2a_2BBCC \dots$ hat, d. h. die „Verlustmutation“ verkörpere. Da die Mutanten seltener sind, macht Heribert-Nilsson die weitere Annahme, daß die Faktoren A_1 und A_2 stark gekoppelt sind. Ein Individuum mit der Formel $A_1a_1A_2a_2BBCC$ wird, wenn die vier Gameten A_1A_2BC , A_1a_2BC , a_1A_2BC , a_1a_2BC nicht im Verhältnis 1:1:1:1, sondern 1:7:7:1 gebildet werden, nur unter 256 Nachkommen ein Individuum aufweisen, das die Formel $a_1a_1a_2a_2BBCC$ verkörpert.

Nimmt man diese oder eine noch stärkere Koppelung an, so ergibt sich allerdings, daß eine solche Sippe nahezu konstant in der betreffenden dominanten Eigenschaftsbildung ist, daß nur ganz vereinzelt die ganz rezessiven Individuen auftreten d. h. die Mutanten als Homozygoten gefunden werden. Es ergibt sich weiter, wie Verfasser im einzelnen darlegt, daß sehr viel häufiger als $a_1a_1a_2a_2BBCC$ -Individuen solche auftreten müssen, welche als Formel $A_1a_1a_2a_2BBCC \dots$ oder $a_1a_1A_2a_2BBCC \dots$ haben d. h. Individuen, welche selber noch die dominante Eigenschaft zeigen, aber weiterhin nach dem Einfaktorschema aufspalten, d. h. $\frac{1}{4}$ der rein rezessiven Typen, der „Mutanten“, in ihrer Nachkommenschaft ergeben. Es folgt also aus dieser theoretischen Annahme, daß die große Mehrzahl der „Verlustmutanten“ als Heterozygoten in Erscheinung tritt. Diese Schlußfolgerung aus der Theorie steht mit den empirischen Befunden zweifellos in Einklang.

Auch alle anderen Schlußfolgerungen, die sich aus der Theorie ergeben, stehen, wie Verfasser im einzelnen ausführt, mit den Befunden nicht in Widerspruch.

Es ist also vorläufig die Theorie nicht zu widerlegen, allerdings auch kaum durch entscheidende Versuche als zutreffend zu beweisen. Baur.

Haecker, Valentin. Über Gedächtnis, Vererbung und Pluripotenz. Jena, G. Fischer 1914, 14 Abb. 97 S.

In seiner berühmten Wiener Akademie-Rede (1870) hat Ewald Hering bekanntlich den schon früher, z. B. von Malbranche, Fechner, Claude Bernard angeregten Gedanken in klassischer Form ausgesprochen, das Gedächtnis sei eine allgemeine Funktion der organisierten Materie, d. h. die phylogenetische und ontogenetische Reproduktion sei im Prinzip wesensgleich mit dem psychophysischen Vorgang des Erinnerns. Die naturphilosophischen Konsequenzen dieser Hypothese sind alsbald vom materialistischen Monismus

sowohl (Häckel), wie vom Vitalismus, insbesondere von der psychovitalistischen Richtung (Pauli, K. C. Schneider u. a.) aufgenommen worden, aber auch die rein naturwissenschaftliche Diskussion hat sich mit dem packenden Gedanken mit zunehmender Vertiefung¹⁾ befaßt, seit O. Hertwig ihn als erster in einem systematischen Lehrbuch zur Sprache gebracht hat (Allg. Biologie 1. Aufl. II S. 252, 1898; 3. Aufl. S. 660, 1909). Einen sorgfältigen Ausbau mit handlicher Terminologie hat ihm Semon gegeben. Daß ein großer Teil der Psychologen ihn als Übergriff betrachtet, können wir hier beiseite lassen; von naturwissenschaftlicher Seite ist die Frage so zu stellen: Besteht zwischen den zerebralen Residuen der Wahrnehmung und Empfindung, die im Erinnerungsvorgang aktiviert werden, und Residuen der organisierten Materie überhaupt, die in Wiederholung gleicher oder ähnlicher Formen und Funktionen in der Generationsfolge hervortreten, eine prinzipielle Übereinstimmung? Handelt es sich hier wie dort um die „Ekphorierung eines Engramms“, wobei die Definition dieser Termini für beide Gebiete identisch wäre, vorausgesetzt, daß ihre exakte Beschreibung in Zukunft gelänge? Oder kann man nur einen Vergleich zwischen beiden zulassen und, wenn letzteres bejaht wird, bringt eine solche Analogie der Naturerkenntnis eine Förderung? In diesem Sinne unternimmt es Haecker, die Heringsche Idee an der Wirklichkeit zu messen und zwar, nach dem Vorgang Semons, vom Boden der Reizphysiologie aus. Als Schema wird ein Vererbungsvorgang unter Lamarckistischen Voraussetzungen genommen und ihm die Hervorrufung und gewohnheitsmäßige Fixierung eines Reflexes gegenübergestellt, also auf der einen Seite: Originalreiz durch Umweltänderung — Originalreaktion — somatische Induktion — Abänderung des Keimplasmas — Abänderung in den F-Generationen (wobei die Schwierigkeit der Gleichsinnigkeit der letzteren zunächst beiseite gelassen wird); auf der anderen Seite: Originalreiz, etwa auf der Haut — Nervenleitung — Originalreaktion mit folgender zunehmender Erleichterung, Einbürgerung des Reflexes. Es ist ein Vorteil bei der Wahl des Reflexvorgangs, daß das Bewußtseinsproblem hierbei aus dem Spiel gelassen werden kann. Erscheinen nun beide Vorgänge formal kongruent, so kann weiter gefragt werden, ob sie auch wesensgleich sind, was ja damit noch nicht entschieden ist. Nach Haeckers Analyse, der wir hier nicht ins Einzelne folgen dürfen, scheidet hiefür die somatische Induktion aus, ebenso die rudimentären Organe, die nicht „phyletische Reminiszenzen“, sondern vielmehr notwendige Durchgangsetappen sind, wie die (Spontan-) Atavismen eben nur Hemmungen auf diesem Wege darstellen; der Hybrid-Atavismus ist nicht als Arterinnerung, sondern als Neukombination der Erbfaktoren aufzufassen und über die „degressiven Mutationen“ von de Vries sind die Akten ja überhaupt noch nicht geschlossen. Indessen muß für die Parallel-Induktion, wie sie in den Towerschen Decemlineata Versuchen zutage tritt, die formale Übereinstimmung des Vererbungs- und des psychophysischen Vorgangs anerkannt werden; im allgemeinen bleiben unter den genannten Vorbehalten Vererbung erworbener Eigenschaften und Regeneration die Gebiete, innerhalb deren überlegt werden kann, ob es sich bei dem Heringschen Gedanken um mehr handelt, als eine bloße Analogie. Macht man aber mit einer prinzipiellen Identifizierung beider Vorgänge Ernst, so kann man auch die unendlich komplexe Erscheinung der psychischen Reproduktionsvorgänge nicht

¹⁾ vergl. z. B. Siegfried Becher: „Untersuchungen über nichtfunktionelle Korrelation in der Bildung selbständiger Skelettelemente“. Zoolog. Jahrb. Abt. f. Allg. Zool. Bd. 31, S. 1—188, 1911.

mehr außer Acht lassen: die Verschiedenheit des materiellen Substrates, also der Keimzelle und der Rindenzelle, kommt zur Geltung; die Beharrlichkeit des Artbildes kontrastiert zu dem fließenden Spiel der Erinnerungsbilder; die Verlegenheit, ein „Engramm“ in seiner Bildung, seinem Beharren im Stoffwechsel und seiner Aktivierung exakt beschreiben zu sollen, meldet sich. Und wenn man an die Reproduktion von Vorstellungen und Gefühlen, die einem Außenreiz nur ganz mittelbar und in weit entferntem zeitlichen Zusammenhang ihren Ursprung verdanken, wenn man an die Intensitätsunterschiede denkt, die sich auf dem Felde des intellektuellen und emotionalen Denkens in so ganz spezifischer Weise aussprechen, kurz, wenn man das Erinnern und Wiedererkennen, die Grundlage unseres geistigen Lebens, auch nur oberflächlich von psychologischem Standpunkt betrachtet, so droht sich wenigstens für unsere heutige Kenntnis vom Gehirnprozeß alles Gemeinsame zwischen beiden Gebieten zu verlieren. Läßt sich aber die Wesensgleichheit beider Vorgänge nicht erweisen, so dürfte ein Vergleich zwischen zwei, in wesentlichen Punkten noch so rätselvollen Geschehensweisen das Verständnis weder des einen noch des anderen wirklich fördern.

Aber ist es denn notwendig, psychologisch so stark belastete Begriffe, wie den des Gedächtnisses, wenn auch in dem neutralisierenden fremdsprachlichen Gewande der Mnemelehre, überhaupt in die Betrachtung einzuführen? Zugegeben, daß Umweltreize das Artbild erblich beeinflussen, so könnte doch die Ursache der Richtung, des Umfangs und der Beschränkung dieser Beeinflussung in der Art selbst zu suchen sein. Diese enthält einen bestimmten Schatz von Potenzen: auf diese wirken nicht unzählige, heterogene und disparate Reize, wie auf die Hirnrinde bei Wahrnehmung und Empfindung, sondern offenbar jeweils nur bestimmte Reizgruppen und diese nur da, wo in jenem Potenzenschatz der Art eine Handhabe für deren Wirksamkeit gegeben ist. Dieser Bestand von Potenzen braucht aber beim Artbild, so, wie es historisch geworden ist, nicht restlos manifest, nicht ausgegeben zu sein, er ist vielmehr größer, unter besonderen Voraussetzungen kann Neues, in neuer Gruppierung und mit neuen Funktionsmöglichkeiten hervortreten und, weil dem Artcharakter ursprünglich immanent, auch vererbt werden. Dieser Vervollständigung des Artbegriffs gibt Haecker die Bezeichnung „Pluripotenz“. Der Potenzenschatz des Keimplasmas — wie immer es darin enthalten gedacht sein möge — ist artmäßig beschränkt und funktionell verbunden: tritt nun ein sog. Novum hervor, verschmelzen z. B. nach Einwirkung extremer Temperaturen der mittlere und äußere Rundfleck verschiedener *Vanessa*-Arten zu einem großen, rechteckigen, sonst nie beobachteten Zeichnungselement, so ist diese Gestaltung nichts eigentlich Neues, sondern beruht auf dem Ureigenthum der Art, das latent vorhanden war, solange die Art konsolidiert bestand. Der neue Umweltfaktor hat diese Qualität manifest gemacht. Vererbt sie sich, so tut sie das nicht, weil der Organismus überhaupt das Residuum eines Umweltreizes festgehalten hat, und nun reproduziert, sondern, weil es gelungen ist, eine Artpotenz hervorzulocken, die jetzt manifest fortbesteht. — Die Pluripotenz ist in erster Linie eine Eigenschaft des Art-individuums, nicht der Art als Gesamtheit: Variabilität der Art und Pluripotenz des Individuums decken sich nur dann, wenn die Art eine festgeschlossene, konservative ist: hat sich die Art aber z. B. in geographische Formenketten aufgelöst, so werden dem Individuum der einen diese, der anderen Formenketten jene „virtuellen Zustände“ zur Verfügung stehen. Eine morphologisch-physiologische Vorstellung von dem „Übergleiten vom typischen zum abgeänderten Gleichgewichtszustand“ kann man sich, rein theoretisch,

mit Hilfe der Determinantenlehre Weismanns bilden oder anschaulicher, wie es Haecker tut, in Anlehnung an chemische Vorgänge: durch Substitution oder Verlagerung eines einzigen Radikals wird ja u. U. Charakter und Funktion eines Eiweißmoleküls völlig geändert. An dem, unter Beifügung von Illustrationen durchgeführten Beispiel aus seinem speziellen Forschungsgebiet — dem der Radiolarien — zeigt Haecker, wie „eine auch nur geringe Abänderung des Protoplasmas für unser Auge (— in einer Transversion der Skelettstruktur —) in Erscheinung tritt“. An denselben Paradigmen (Aulosphæriden, Sagosphæriden, Castanelliden) wird gezeigt, wie latente Potenzen auch erst im Laufe der Ontogenese in Gestalt einer „Abbiegung des Entwicklungsverlaufs“ geweckt werden können. Bei Vielzelligen gehört hierher das ganze Gebiet der Transversionen. Die Pluripotenz disponiert die Individuen an und für sich nur zu Artplasmawankungen innerhalb bestimmter Grenzen; unter Umständen können diese dann Anpassungswert haben: z. B. kann man von den 9 oder 10 Weibchenformen von *Papilio mnemon* nur einige als adaptiv wertvolle Mimikry-Zeichnungen ansprechen, die anderen erschöpfen nur eben die vorhandenen Aberrationsmöglichkeiten. Besonders bedeutsam ist die Beleuchtung, welche das Problem der Vererbung erworbener Eigenschaften von der Pluripotenz-Hypothese erhält. „Nimmt man nämlich“, sagt Haecker (S. 91), „die weitere Annahme zu Hilfe, daß von einer Stelle des Körpers aus eine Umstimmung anderer Teile erfolgen kann, ähnlich, wie z. B. von einem Kristallisationskern aus eine fortschreitende Zustandsänderung der Umgebung stattfindet, oder wie dies in gewissem Sinne bei Regenerationsvorgängen angenommen werden muß, so kann . . . innerhalb gewisser Grenzen auch der Gang einer eigentlichen somatischen Induktion dem Verständnis erheblich näher gebracht werden, als es bisher möglich war“. Auch die retrogressiven und degressiven Mutationen, die Xenien, Bizarrieries, das Problem der unreinen Gameten u. m. a. — ich erinnere an die neuesten Resultate der Chromosomenforschung — können zur Pluripotenz in förderliche Beziehung gebracht werden. Die Haeckersche Hypothese gleicht einem Leitmotiv, das man überall mehr oder weniger akzentuiert heraus hört, wenn man es einmal erfaßt hat.

Die Aufgabe, welche der biologischen Forschung aus der Pluripotenz-Hypothese erwächst, ist eine weitgreifende: Es müßte bei möglichst vielen Individuen der verschiedenen Variationen einer Art der jedem zukommende Potenzenschatz durch Beobachtung und Experiment, besonders auf dem Wege der Mendelforschung festgestellt werden; — das Ziel ein sehr verlockendes: es könnte dadurch ein festbegrenztes Artbild gewonnen und dadurch der Unterbau der Systematik sowohl, wie der der Biologie und Entwicklungsgeschichte wesentlich gefestigt, die Probleme dieser Disziplinen könnten gleichsam mit erfrischter Kraft, mit klarerem Blick in Angriff genommen werden.

Jede Wissenschaft wird sich u. U. notgedrungen der Terminologie eines anderen Wissensgebietes bedienen; die Psychologen tun das z. B. bei dem Versuch, die psychische Energie anschaulich zu machen mit der der Physik. Haecker zeigt, daß in dem vorliegenden Falle die Naturwissenschaft in einer glücklicheren Lage ist: seine inhaltreiche Schrift leitet den Leser aus dem Bereich zwar anregender und bestechender, aber immerhin gewagter Vorstellungsverbindungen mit kräftigem Zuge auf den Boden einer aussichtsreichen und durch die exakte Forschung in steigendem Maße gestützten Arbeitshypothese.

Georg Sommer, Hamburg-Bergedorf.

Siemens, Hermann W. Das Erfindergeschlecht Siemens. Archiv f. Rassen- und Gesellschaftsbiologie, Bd. 12, H. 2, S. 163—192.

Vorliegende Arbeit bildet einen sehr dankenswerten Beitrag zur Familiengeschichte bedeutender Männer. Verf., der ein Großneffe des berühmten Werner v. Siemens ist, gibt in klarer und unparteiischer Art einen Überblick über die Geschichte seines Geschlechtes, in dessen Zentrum die vier berühmten Erfinderbrüder Werner, Wilhelm, Friedrich und Karl stehen. Die Betrachtung der Familie Siemens ist für den Erbliektforscher und den Gesellschaftsbiologen in mehr als einer Beziehung äußerst lehrreich. Zunächst ergibt sich als sehr wertvolles Resultat, daß die Erfindergabe in dieser Familie ohne allen Zweifel erblich bedingt ist, wie auch Verf. hervorhebt; im einzelnen ist freilich der Gang der Erbinheiten in diesem Falle bisher nicht bestimmbar. Weiter sehen wir, wie ein aktives und schöpferisch begabtes Geschlecht, das ursprünglich aus stetigen bäuerlichen Verhältnissen stammt, in einer einzigen Generation in alle Winde zerstreut wird. Von den Geschwistern der Erfindergeneration lassen sich Mitglieder in Berlin, Dresden, Ostpreußen, London, Petersburg, ja im Kaukasus nieder. So bietet die Familie Siemens ein Beispiel im kleinen, wie aktive Rassen sich über die verschiedensten Nationen verbreiten, überall eine Herrschicht bildend. Aber auch für das Aussterben dieser kulturschaffenden Herrschicht ist sie leider ein Beispiel. Wie Hermann Siemens in einer früheren Arbeit gezeigt hat („Die Familie Siemens“. Arch. f. Rassen- u. Ges.-Biol., Bd. 11, H. 4), hat das Geschlecht in der letzten Generation nicht mehr eine zur Erhaltung seines Bestandes ausreichende Kinderzahl, nämlich nur noch 2,8 pro Ehe gegenüber 5,1 bis 5,9 in den früheren Generationen. Die Erfinderbrüder stammten aus einer Geschwisterschar von 14 Köpfen. Hätten die Eltern nach der Geburt ihrer ersten drei Kinder weitere Geburten verhütet, so wäre kein einziger der genialen Erfinder geboren worden.

Fritz Lenz.

Cragg, E. und Drinkwater, H. Hereditary Absence of Phalanges through five Generations. Journal of Genetics vol. 6, 1916.

Die Abnormalität zeigte sich bei 25 Individuen in fünf Generationen einer Landarbeiterfamilie, gegenüber nur 17 Normalgebauten, als hochgradige Verkrüppelung der Finger und Zehen, durch Fehlen der distalen Phalangen an sämtlichen Digits mit Ausnahme des Daumens und der Großzehe, und fast vollständige Verkümmern der Mittelphalangen, während die Nägel fehlten. Daneben zeigte sich bei sechs der 25 affizierten Individuen eine abweichende Bildung des Daumens und der Großzehe, bestehend in einer Verbreiterung, mit oder ohne Verdoppelung des Nagels. Die zwei Abweichungen fanden sich beiderseits, und waren nicht mit untersetzter Statur vergesellschaftet, wie dies bei der echten Brachydactylie der Fall ist. Die Vererbung der Verkrüppelung geschieht ohne Unterbrechung von Elter auf Kind, die Doppelbildung am Daumen dagegen zeigte sich in der vierten Generation bei Nachkommen normaler Eltern und wiederholte sich nicht bei den Kindern dieser abnormalen Individuen, wohl aber bei deren Genossen in der fünften Generation aus Eltern mit normalen Daumen und Großzehen.

Die Fingerabnormalität verhält sich in gewissen Hinsichten als Mendelscher Dominant, und wird nur von affizierten Individuen, nie von normalen

Eltern übermittelt, ist aber durch ihre übermäßige Prozentzahl mit den Mendelschen Regeln in Widerstreit. Sie zeigt sich in beiden Geschlechtern. J. F. van Bemmelen, Groningen.

Drinkwater, H. A Second Brachydactylous Family. (With Plates XI—XV, and 3 Text-Figures). *Journal of Genetios*. Vol. IV. 1914—1915. Page 323.

Drinkwater unterscheidet Brachydaktylie und Minor-Brachydaktylie. Während bei der Minor-Brachydaktylie zwar die Finger und Zehen verkürzt, aber die mittleren Phalangen noch als selbständige Knochen erhalten sind, finden wir bei der echten Brachydaktylie die mittleren Phalangen an Händen und Füßen mit den Endphalangen ankylotisch verbunden. Um eine solche echte Brachydaktylie handelt es sich im vorliegenden Falle. Die knöcherne Ankylose der mittleren Phalangen mit den Endphalangen ist bei allen erwachsenen abnormen Individuen an Händen und Füßen regelmäßig vorhanden. Eine Ausnahme davon macht nur der Mittelfinger und in einigen Fällen auch der Ringfinger; hier ist die mittlere Phalange noch als selbständiger Knochen erhalten, doch ist sie so stark verkürzt, daß sie die Form eines Würfels hat. Bei Kindern und Jugendlichen läßt sich feststellen, daß die proximal gelegene Epiphyse der mittleren Phalange stets fehlt. Die ankylotische Verschmelzung der Diaphyse dieser mittleren Phalange mit der Endphalange erfolgt vor dem 20. Lebensjahre. Häufig fehlt auch die Epiphyse der Endphalange. Die Anomalie ist stets symmetrisch an beiden Händen und an beiden Füßen ausgebildet; gleichzeitig bleibt die Körpergröße der behafteten Individuen deutlich hinter der Norm zurück.

Drinkwater hat schon früher den Stammbaum einer Familie mit echter Brachydaktylie veröffentlicht; ebenso hat Farabee eine derartige Familie in Amerika aufgefunden. Für die hier vorliegende Familie ließ sich nun der Nachweis erbringen, daß sie nur einen englischen Zweig derjenigen Brachydaktylie-Familie darstellt, die Farabee in Amerika untersucht hat. Eine Verwandtschaft dieser Farabee-Drinkwaterschen Familie mit der ersten von Drinkwater beschriebenen Familie konnte jedoch nicht festgestellt werden, trotzdem beide von Drinkwater bekannten gegebenen Familien in England in derselben Gegend ansässig sind.

Die uns hier beschäftigende Brachydaktylie-Familie, die sich also auf denselben Vorfahren zurückführen läßt wie die von Farabee beschriebene, enthält 50 abnorme Individuen, von denen 34 noch am Leben sind. Die Anomalie vererbt sich stets direkt von dem einen abnormen Elter auf einen Teil der Kinder. Ein normales Individuum überträgt die Krankheitsanlage in keinem Falle. Den 50 abnormen Individuen stehen in den gleichen Geschwisterschaften 48 normale gegenüber (in der beigegebenen Tabelle sind allerdings nur 49 abnorme und 45 normale verzeichnet); das Verhältnis ist also nahezu 1 : 1. Kranke Individuen mit nur gesunden Kindern und Heiraten von kranken Individuen untereinander kommen nicht vor. Auch diese Brachydaktylie-Familie bietet daher ein sehr instruktives Schul-Beispiel für die Vererbung einer dominanten Krankheitsanlage nach der Mendelschen Regel.

Dem Aufsatz sind eine ganze Reihe interessanter Abbildungen beigegeben. Von dem größten Teil der noch am Leben befindlichen abnormen Individuen ist die rechte Hand photographiert; von einer Reihe abnormer Hände und Füße sind vorzügliche Röntgenaufnahmen angefertigt.

Siemens.

Werber, E. J. 1915. Is pathological metabolism in the parental organism responsible for defective and monstrous development of the offspring? John. Hopk. Hosp. Bull., V. 26, S. 227—228.

Derselbe. 1915. Experimental studies aiming at the control of defective and monstrous development. Anat. Rec., V. 9.

Derselbe. 1915. Further Experiments aiming at the control of defective and monstrous development. Year-book No. 14 (arneg. Inst. Wash., S. 240—241.

Derselbe. 1916. Blastolysis as a morphogenetic factor in the development of monsters. Anat. Rec., V. 10, S. 1—3.

Derselbe. 1916. On the blastolytic origin of the „independent“ lenses of some teratophthalmic embryos and its significance for the normal development of the lens in vertebrates. Journ. Exp. Zool., V. 21, 1916, S. 347—363.

Eine der letzten Sendungen, welche im Frühjahr 1917 aus Amerika noch einging, enthielt einige Arbeiten von Werber, deren Ergebnisse in doppelter Hinsicht von allgemein-entwicklungsphysiologischem und damit auch, bei der neuerdings immer enger werdenden Verknüpfung zwischen beiden Gebieten, von vererbungsgeschichtlichem Interesse sind. Es handelt sich einerseits um die Frage nach den Ursachen der Mißbildungen, besonders der Augenteratome, andererseits um das vielumstrittene Problem, inwieweit die Bildung der Linse auf Selbstdifferenzierung beruht oder durch den wachsenden Augenbecher ausgelöst wird.

Werber hat ein von den amerikanischen Entwicklungsphysiologen mit Vorliebe benutztes Objekt, die Eier des Fisches *Fundulus heteroclitus*, mit verschiedenen Chemikalien, insbesondere mit Buttersäure und Aceton, behandelt. Er knüpfte dabei an die Untersuchungen von O. Hertwig, Féré, Stockard und Mc Clendon an, welche bei *Rana*, *Siredon*, *Fundulus* und anderen Objekten mittels NaCl, MgCl₂, Alkohol, Äther, Alkaloiden u. a. Spina bifida bezw. Cyklopie erzeugt hatten, im speziellen aber leitete ihn der Gedanke, daß bei menschlichen Mißbildungen die abnorme Zurückhaltung von Stoffwechselprodukten im mütterlichen Blute von ursächlicher Bedeutung sein könne. Während nun mittels NaNO₃ und KNO₃ nur Cyklopen gewonnen wurden, riefen die oben genannten, auch im Urin stoffwechselkranker Personen sich findenden Substanzen außer Cyklopie die verschiedensten Mißbildungen hervor: z. B. asymmetrische Monophthalmie, Mikrophthalmie, isolierte, in beträchtlichem Abstand vom Embryo auf dem Dottersack liegende Augen, solitäre Augen ohne jede sonstige Embryonalanlage, Kolobome, vollkommene Blindheit, Linsen ohne Augenbecher, überzählige Linsen, ferner vordere Halbembryonen, Defekte des Labyrinths u. a. Da diese Vorkommnisse vielfach mit menschlichen Monstrositäten Ähnlichkeit zeigten, so schien tatsächlich die Vermutung eine Stütze zu gewinnen, daß auch letztere auf kleine Spuren toxischer, einem pathologischen Metabolismus der Mutter (möglicherweise auch des Vaters) entstammender Substanzen zurückzuführen seien. Verschiedenheiten in der Quantität der Gifte mögen die verschiedenen Abstufungen in der abnormen Entwicklung der abortierten oder ausgetragenen Früchte hervorrufen, auch denkt Werber an die Möglichkeit, daß, ähnlich wie Stockard (Proc. Soc. Exp. Biol. and Med., 11, 1914), durch Behandlung trächtiger Tiere mit Alkoholdämpfen eine von Generation zu Generation sich steigende Degeneration hervorrufen konnte, auch die Wirkungen eines

veränderten Chemismus vererbt werden und eventuell zu einer Rassen-degeneration führen könnten.

Die unmittelbare Wirkung von Buttersäure und Aceton auf die *Fundulus*-Eier sieht der Verfasser einerseits in einer Erhöhung der Permeabilität der Eimembran und einer dadurch bewirkten Fragmentierung, Dissoziation und Dislokation von Keimsubstanzen (osmotische Blastolyse), andererseits in der Zerstörung einzelner Teile des Keimes (toxische Blastolyse). Beide Wirkungen kombinieren sich oder, genauer gesagt, sie stehen in einer Art von antagonistischem Verhältnisse zueinander, derart, daß einzelne Teile des Keimes zerstört werden, andere annähernd normal zur Entwicklung kommen, aber fragmentiert, dissoziiert und disloziert werden. So erklären sich die multiplen Linsen und Augenbecher durch frühzeitige Fragmentierung des ophthalmoblastischen Materials, die isolierten Augenanlagen durch Dislokation, die solitären Augen durch Dissoziation der ophthalmoblastischen Zellen von den übrigen Embryonalzellen und durch vollkommene Zerstörung der letzteren.

Mit Rücksicht auf die zweite der im Eingang erwähnten Fragen ist das Vorkommen freier, z. T. multipler Linsen an verschiedenen Stellen des Kopfes von besonderem Interesse. Denn offenbar besteht hier eine Übereinstimmung mit den Befunden von Mencl, King, Spemann und Stockard, welche bei *Salmo salar*, *Rana palustris*, *R. esculenta* und *Fundulus* eine von der Anwesenheit eines Augenbechers unabhängige Linsenentwicklung beobachtet und daraus auf die „Selbstdifferenzierung“ der Linse geschlossen hatten, nachdem vorher Spemann bei *R. fusca* und Lewis bei *R. palustris* scheinbar bestimmte Hinweise auf eine „unabhängige“, in Form einer spezifischen Thigmomorphose (Herbst) zustande kommende Linsenentwicklung gefunden hatten. Auf Grund seiner eigenen Befunde, wie sie namentlich in der letzten der oben genannten Schriften niedergelegt sind, und besonders im Hinblick darauf, daß bei dem Acetonmaterial vielfach multiple kleine Linsen (Lentoide) in der Nachbarschaft abnorm gewucherten Retinagewebes gefunden wurden, glaubt nun Werber die widersprechenden, bei verschiedenen Methoden und verschiedenen, z. T. nahe verwandten Objekten erzielten Ergebnisse durch die Annahme miteinander in Einklang bringen zu können, daß schon sehr kleine Fragmente ophthalmoblastischen Materials, wie sie durch die Operation abgesprengt werden können, imstande sind, indifferentes Ektoderm zur Linsenbildung zu veranlassen. In denjenigen Fällen, in welchen also eine Linsenbildung ohne Berührungsreiz von seiten des Augenbechers vorzuliegen scheint (Mencl, Stockard u. a.), würde anzunehmen sein, daß kleine Fragmente des Augenbechergewebes den Anstoß gegeben haben. Es gäbe also keine Ausnahme von der Regel, daß die Linse des Wirbeltierauges nur in Abhängigkeit von einer vom Augenbecher ausgehenden Reizwirkung sich entwickeln könne. Vereinzelte Befunde von retinalen, d. h. an der Innenfläche abnorm entwickelter Retinae auftretenden Lentoiden, wie sie auch Fischel beobachtet hat, lassen es allerdings als möglich erscheinen, daß einige dieser Gebilde auch durch Heteromorphose retinalen Gewebes (also nicht durch Differenzierung der Epidermis) zustande kommen.

V. Haecker (Halle a. S.).

Julius Bauer, Die konstitutionelle Disposition zu inneren Krankheiten.
Berlin (J. Springer), 1917, 586 S.

Die Konstitutionspathologie oder pathogenetische Konstitutionslehre hat in den letzten Jahren eine immer engere Verbindung mit der Vererbungs-

und Variationslehre hergestellt und ist so, nachdem sie nicht ohne Mühe innerhalb der Medizin als selbständiger Wissenszweig Bürgerrecht gewonnen hat, zu einem neuen Bindeglied zwischen Medizin und Biologie geworden. Es ist vor allem dem Rostocker Kliniker Martius¹⁾ das Verdienst zuzuschreiben, daß er die von Weismann und seinen Nachfolgern begründeten vererbungstheoretischen Begriffe und Anschauungen und ebenso die Ergebnisse der modernen experimentellen Bastardforschung der medizinischen Konstitutionslehre näher gerückt und handlich gemacht und daß er durch diese Verknüpfung die Möglichkeit eröffnet hat, daß nun auch die Konstitutionslehre ihrerseits auf die biologische Forschung eine befruchtende Wirkung auszuüben vermag.

Neue Gesichtspunkte von biologischem Interesse hat auch Hammar²⁾, und zwar vom normal-anatomischen Standpunkte aus, in die Konstitutionslehre hereingetragen. Er hat neben der methodischen, zahlenmäßigen und variationsstatistischen Analyse der einzelnen Organe und Gewebe und der Feststellung ihrer Korrelationen auch die große Bedeutung der embryologischen Konstitutionsforschung hervorgehoben und ihre Ausdehnung auf verschiedene Rassen mit besonderem Nachdruck gefordert, um auf diese Weise eine vollständigere Rassendiagnose zu ermöglichen. Es handelt sich also hierbei um ganz ähnliche Ziele, wie solche Ref. der entwicklungsgeschichtlichen Eigenschafts- und Rassenanalyse gesetzt hat.

Das neue Buch des Klinikers Julius Bauer (früher in Innsbruck, jetzt in Wien) ist in anderer Hinsicht von größerem biologischen Interesse. Es bringt nach eingehender Auseinandersetzung über konstitutionstheoretische Begriffe ein ungemein reiches Material, wie es in ähnlicher Vollständigkeit noch nirgends gegeben worden ist, und bildet so eine unerschöpfliche Quelle von Anregungen auch für die biologische Vererbungs- und Variationslehre. Eine kapitelweise Besprechung des Inhalts ist bei dem handbuchartigen Charakter des Werkes nicht möglich. Ich werde mich darauf beschränken, eine Reihe von biologisch-wichtigen Punkten herauszuheben und vor allem die allgemeinen Begriffe, ferner die Frage, welche Anomalien und Krankheiten einen hereditären Charakter haben, und drittens die Frage nach der Art der Vererbung und nach der Gültigkeit der „entwicklungsgeschichtlichen Vererbungsregel“ auch für das Gebiet der Krankheiten besprechen.

Bauer stellt zunächst gewissermaßen als Leitsatz fest, daß bei der Entstehung der Krankheiten in der überwiegenden Anzahl der Fälle eine Multiplizität der ätiologischen Faktoren im Spiele sei, ohne sich jedoch der konditionalistischen Auffassung Verworn's von der Gleichwertigkeit der Bedingungen anzuschließen. Unter den ätiologischen Faktoren sind in der Regel einerseits unerläßliche, obligate, andererseits entbehrliche oder besser: substituierbare zu unterscheiden. Bei einer Vergiftung mit einer schwächeren Dosis Zyankali z. B. stellt das Gift die obligate, der augenblickliche Zustand der Darmschleimhaut, der Nieren oder des ganzen Organismus — ob vollkommen gesund oder etwa durch Krankheiten geschwächt — die substituierbare Bedingung dar. Ist die Dosis sehr stark, so wird die obligate Bedingung zur alleinigen und wirklichen Ursache.

¹⁾ Vgl. besonders F. Martius, Konstitution und Vererbung in ihren Beziehungen zur Pathologie. Berlin (J. Springer), 1914. Hier findet sich auch reichliches historisches Material. Siehe ferner: E. Hedinger, Die Konstitutionslehre in der modernen Medizin. Naturw. Woch., 15. Bd., 19. Nov. 1916.

²⁾ Vergl. besonders Hammar, J. A., Über Konstitutionsforschung in der normalen Anatomie. Anat. Anz., 13. Nov. 1916.

Die wirksamen Momente sind z. T. exogen, z. T. endogen. Je geringer die Valenz der exogenen Faktoren ist, um so mehr steigt die Bedeutung der endogenen an, um so mehr kommt die im Körper gelegene Widerstandskraft bzw. deren Gegenstück, die individuell verschiedene Krankheitsdisposition in Betracht. Die Variabilität der Krankheitsdisposition beruht auf der individuell und zeitlich verschiedenen Körperverfassung, die ihrerseits wieder aus zwei Faktoren resultiert: aus den durch das Keimplasma übertragenen Eigenschaften und aus den intra- und extrauterinen Neuerwerben, Beeinflussungen und Anpassungen des Organismus. Nur die ersteren faßt Brauer unter dem Begriff der Konstitution zusammen, die letzteren nennt er mit Tandler und im Einklang mit der biologischen Formulierung Kondition. Im Gegensatz zu Martius, welcher Veränderungen des Organismus und seiner Reaktionsweise infolge von Giftwirkung, also Syphilismus, Alkoholismus, Morphinismus, Jodismus, als „erworbene Konstitutionalismen“ bezeichnet, will Bauer vom biologischen Standpunkt aus ganz folgerichtig — in solchen Fällen von konditionellen Abänderungen der Körperverfassung sprechen.

Wichtig ist ferner der von Martius aufgestellte und von Bauer übernommene Satz, daß die Gesamtkonstitution die Summe der Teilkonstitutionen der einzelnen Organe und Gewebe darstelle. „Aber nicht nur jedes Gewebe und jedes Organ hat seine eigene Konstitution, auch der gegenseitige Konnex der Organe und Gewebe, ihre wechselseitige Koordination und Regulation liegt in der individuellen Konstitution begründet.“ Es werden sich also gewisse konstitutionelle Eigentümlichkeiten nur zum Teil als Besonderheiten der autochthonen Partialkonstitution derjenigen Gewebe und Organe herausstellen, an welchen sie sich äußerlich manifestieren, sie werden vielmehr z. T. auf Anomalien des Nervensystems oder der innersekretorischen Drüsen beruhen, also von der Partialkonstitution des neuroglandulären Apparates abhängen. So könnte z. B. eine auffallend starke Entwicklung des Unterkiefers und der Lippen entweder direkt durch eine Besonderheit der Partialkonstitution des Schädelskelettes und der Gesichtsteile oder indirekt durch eine übermäßige Tätigkeit des Vorderlappens der Hypophyse bedingt sein. Es gibt also konstitutionelle Verschiedenheiten der Individuen in morphologischer, funktioneller und evolutiver Hinsicht, die, obwohl letzten Endes gleichfalls zellulären Ursprungs, doch auf einer Verschiedenheit der Säftemischung, auf bestimmten Dyskrasien oder Diathesen beruhen, also offenkundig humoraler Natur sind.

Als Hauptkriterium für die Abgrenzung der konstitutionellen gegenüber den konditionellen Eigenschaften ist die Vererbung in biologischem Sinne zu bezeichnen, d. h. die Übertragung via Keimplasma, wohl zu unterscheiden von der Keiminfektion (kongenitale Syphilis) und der intra- oder extrauterinen Übermittlung von Antigenen und Immunkörpern, von Hämolytinen und Krankheitsstoffen von Mutter auf Kind. Bauer hält es für zweifellos, daß die Mendelschen Regeln für den Menschen ebenso Geltung haben wie für andere Organismen, aber er steht zunächst den Versuchen, diese Regeln aus den Stammbäumen und Ahnentafeln des Menschen abzuleiten, wegen des Fehlens von Geschwisterehen und der viel zu geringen Zahlen, ähnlich wie Martius, sehr skeptisch gegenüber. Auch der von Rüdin hervorgehobene Dominanzwechsel, d. h. die Beeinflussbarkeit der Dominanz (des „Durchschlagens“ von Erbanlagen) durch äußere und innere Einflüsse, sowie die Geschlechtsabhängigkeit vieler Merkmale stehen

speziell beim Menschen der Ermittlung des besonderen Vererbungsmodus im Wege.

Wie in der allgemeinen Fassung der vererbungstheoretischen Begriffe, so steht Bauer auch in bezug auf die Frage der Vererbbarkeit erworbener Eigenschaften im ganzen auf dem Standpunkt der Weismannschen Schule. Als „einziger, vorderhand weder bestätigter noch widerlegter Beleg“ für eine somatische Induktion, also für eine gleichsinnige Übertragung im Lamarckschen Sinne, wird die Vererbung von künstlichen, durch Röntgenbestrahlung erzielten Haardefekten bei Meerschweinchen (Manfred Fränkel, Arch. mikr. Anat., 84. Bd., 1914) bezeichnet, eine Beobachtung, die sich vielleicht auch, ähnlich den Brown-Séquardschen Befunden, als ein Fall von fakultativ-identischer Vererbung im Sinne des Ref. herausstellen wird. Eine wichtige Bedeutung für die Entstehung konstitutioneller Eigenschaften wird den Keimschädigungen, wie sie bei chronischer oder einmaliger Beeinflussung des Organismus und der Keimdrüsen durch verschiedene Momente (Alkohol, Morphinum, Blei, Lues, Tuberkulose, Diabetes, Leukämie u. a.) entstehen können, zugeschrieben. Als weitere Quelle kommen Amphimixis und Mutation in Betracht.

Außer der Heredität kann auch die Familiarität, d. h. das gleichzeitige Vorkommen bei Geschwistern oder in Seitenlinien, zur Feststellung der konstitutionellen Natur einer Eigenschaft dienen. Doch ist hierbei vielfach mit der Wirkung gleichartiger Lebensbedingungen zu rechnen.

In allgemein biologischer Hinsicht ist vor allem die Frage wichtig, welche Konstitutionen als anomal zu bezeichnen sind. Die Antwort lautet: als Konstitutionsanomalie ist anzusehen alles, „was außerhalb des Bereichs der Norm fällt, ohne Rücksicht darauf, ob es eine Krankheitsdisposition ändert oder nicht, ob es eine Minderwertigkeit mit sich bringt oder nicht, ob es die Reaktionsart des Organismus beeinflusst oder nicht“. Nun gibt es aber wohl nur ganz ausnahmsweise Menschen, die nicht eine einzige Abweichung von der idealen Normalkonstitution zeigen, und ferner sind, wie Ribbert hervorgehoben hat, alle denkbaren Zwischenstufen zwischen anomalen und normalen Zuständen zu finden. Es ist daher auch der Abstand vom durchschnittlichen Arttypus und von der normalen Variationsbreite und ferner die Menge der einem Individuum eigenen Partialkonstitutionsanomalien zu berücksichtigen, und während man unter Abartung oder Degeneration zunächst ganz allgemein jede „konstitutionelle Abweichung vom Arttypus, von der normalen oder besser durchschnittlich häufigsten Beschaffenheit des Organismus“ zu verstehen hat, so wird man speziell von Degenerationszeichen oder degenerativen Stigmen nur bei solchen Varietäten reden, welche über die durchschnittliche Variationsbreite hinaus vom Normaltypus abweichen. Ist bei einem Individuum eine Häufung solcher Degenerationszeichen vorhanden, so liegt ein Status degenerativus im allgemeinen Sinne vor.

Beispiele für den gleitenden Übergang zwischen gewöhnlichen Varietäten und eigentlichen, außerhalb der Variationsbreite gelegenen Konstitutionsanomalien morphologischer, funktioneller, evolutiver und involutiver Natur finden sich in den verschiedenen Kapiteln des Buches in großer Menge. So zeigt unter den Mißbildungen, d. h. den außerhalb der Variationsbreite gelegenen morphologischen Anomalien (E. Schwalbe), die Kurzgliedrigkeit (Mikromelie, Achondroplasie) formell, wenn auch vielleicht nicht ätiologisch betrachtet, Übergänge zur normalen Kurzgliedrigkeit besonders der Südländer und weiblicher Individuen (S. 235). Von funktionellen Ano-

malien seien Diabetes und Fettsucht erwähnt, die durch alle Zwischenstufen mit der Norm verbunden sind (S. 200, 207). Ähnliches gilt für die Erscheinungen des Infantilismus (S. 16) und für die senile Involution (S. 20).

Einige Schwierigkeiten bietet die Gruppierung der Konstitutionen. Es sind zahlreiche Versuche gemacht worden, bestimmte, häufiger wiederkehrende Kombinationen partieller Konstitutionsanomalien als mehr oder weniger typische Syndrome zu umgrenzen, doch haben die meisten der aufgestellten Typen noch keine allgemeine Anerkennung gefunden. Verhältnismäßig gut begründet scheinen folgende zu sein: der Status thymico-lymphaticus Paltauf's, vor allem charakterisiert durch Hyperplasie der Thymusdrüse und des lymphatischen Gewebes (Lymphdrüsen, Tonsillen u. a.); Bartels Status hypoplasticus mit mangelhafter Ausbildung verschiedener Organe und Neigung zu bindegewebigem Ersatz des leicht atrophierenden Parenchyms; der Arthritismus mit Neigung zu Gicht, Fettsucht, Diabetes, Steinbildung, frühzeitiger Atherosklerose, Rheumatismus, Neuralgien, Migräne, Asthma bronchiale, Ekzemen und anderen Dermatosen; Czernys exsudative Diathese mit Neigung zu Katarrhen der oberen Luftwege und Hyperplasie des adenoiden Gewebes, zu Augenkatarrhen, Dermatosen verschiedener Art, Heuschnupfen, Bronchialasthma; die neuropathische Konstitution und die asthenische Konstitutionsanomalie, die sich im wesentlichen mit dem Habitus phthisicus deckt und in einem gewissen Gegensatz zum arthritischen Typus steht.

Neben diesen „universellen“ Konstitutionsanomalien ist von besonderem Interesse die Organminderwertigkeit, welche jedes Organ und jede Kombination von Organen umfassen kann und diese dann als Locus minoris resistentiae erscheinen läßt. Eine konstitutionelle Organminderwertigkeit und damit zusammenhängende besondere konstitutionelle Organdisposition ist vererbbar, und zwar werden die durch sie mitbedingten Krankheiten um so häufiger in einer und derselben Familie auftreten, „je größer die konstitutionelle Quote im Bedingungskomplex der betreffenden Krankheit ist“. Man spricht dann von „hereditären“ oder „heredofamiliären Krankheiten“, obwohl natürlich nur die Disposition vererbt wird (Hunter, Martius).

Die Zahl der als erblich nachweisbaren oder mit guten Gründen als solche anzusehenden Anomalien und Krankheiten¹⁾ ist eine außerordentlich große, wie eine Durchsicht der speziellen Kapitel im Bauerschen Werke zeigt. Einschließlich der bekannten, in allen Vererbungsbüchern berücksichtigten und mendelistisch gedeuteten Vorkommnisse (gewisse geschlechtsbegrenzte Anomalien, Mißbildungen der Extremitäten, Dermatosen, bestimmte Starformen u. a.) sind folgende Angaben von größerem Interesse (die mit einem * bezeichneten Anomalien und Krankheiten werden vom Verf. als „exquisit“ oder „eminent“ hereditär hervorgehoben):

1. Infektionskrankheiten: Ähnlichkeit des Masernexanthems bei Geschwistern; Familiendisposition zu Scharlach; Familiendisposition bzw. -immunität bei Diphtherie; Rassen- und Familiendisposition bei Tuberkulose.

2. Chemische und physikalische äußere Krankheitsursachen: Idiosynkrasie gegen Alkohol (Reaktion auf geringste Mengen mit Kopf-

¹⁾ Ebenso wie man physiologische Eigenschaften oder Reaktionen der Kürze halber als erblich bezeichnet, obwohl nur die Anlage vererbt wird, so liegt kein Grund vor, auf die bequeme Ausdrucksweise „erbliche Krankheiten“ zu verzichten.

schmerzen, Tachykardie und Exanthem): Wetterempfindlichkeit („Wetter fühlen“).

3. Neoplasmen. Die Heredität erstreckt sich in vielen Fällen ausgesprochen auf bestimmte Organe, so bei Magenkrebs, Brustdrüsenkrebs. Lymphosarkom, Epitheliakarzinom (in 1 Fall bei Großvater und 7 Knaben im Alter von 5 Monaten bis 10 Jahren, während 5 Mädchen gesund blieben). primärem Leberkrebs, Rektumkarzinom, Retinagliom.

4. Blutdrüsen. Vielfach alternieren nicht nur verschiedenartige Erkrankungen einer und derselben Drüse, sondern auch Erkrankungen verschiedener Blutdrüsen bei derselben Familie. Heredität bei Myxödem, Basedow, Jodempfindlichkeit, Struma; Insuffizienz der Epithelkörperchen oder Hypoparathyreose (Tetanie bei Erwachsenen und Säuglingen, Spasmophilie bei Kindern; im Tierversuch zeigen nach Iselin die Nachkommen parathyreopriver Mütter eine eklatant erhöhte Disposition für die gleiche Erkrankung, kenntlich an gesteigerter elektrischer Erregbarkeit der peripheren Nerven, vermutlich infolge spezifischer Keimesänderung in utero): Akromegalie auf Grund hyperpituitärer Konstitution, Eunuchoidismus, Pseudohermaphroditismus, Pubertas praecox, Morbus Addisonii.

5. Nervensystem. Familiäre Ähnlichkeit des Furchenbildes (Karpulus). Hereditär können sein: Hypoplasie des Rückenmarks (Atoxie), Hypoplasie von Markscheide und Achsenzyylinder, Spina bifida; Anosmie (mangelnde Geruchsempfindung), Nystagmus, Gräfesches Lidsymptom, Lagophthalmus auf Grund doppelseitiger mangelhafter Entwicklung des M. orbicularis, Fehlen der Sehnenreflexe, Myotonie, Paramyotonie und paroxysmale Lähmung bei Kälte Wirkung, Anomalien der Koordination (bei Fingerbewegungen der einen Hand, z. B. bei Versuchen zum Violinspiel, Mitbewegung der andern Hand), idiopathischer Tremor, Neigung zu Blasenbildung auf der Haut bei Schreck oder mechanischen und thermischen Hautreizungen; Neigung zu Querulation: Optikusatrophy, Merzbachersche Aplasia axialis extracorticalis (in beiden Fällen nur im männlichen Geschlecht manifest); Abiotrophie (Gowers), d. h. Lebensschwäche und geringe Widerstandsfähigkeit gewisser Nervenapparate (innerhalb derselben Familie Kombinationen verschiedenster Symptomgruppen), Siringomyelie, tubulöse Sklerose auf Grund embryonaler Entwicklungsstörungen der Glia, multiple Sklerose (?), Epilepsie, rheumatische Facialislähmung, rekurrende Polyneuritis, postdiphtherische Lähmung (durch leichte Erkältung usw. ausgelöst).

6. Blut und Stoffwechsel. Heredität bei Formanomalie (elliptische Form) der roten Blutkörperchen, Chlorose, perniziöser Anämie und anderen hämolytischen Anämien, Leukämie und Pseudoleukämie, Gauchersche Splenomegalie, Hämophilie und Pseudohämophilie (auf Anomalien im Bau der kleinen Gefäße beruhend), Gicht (eine hereditär-degenerative Erkrankung *καὶ ἐξοχὴν*), *Aminosäurediathesen, so Alkaptonurie und Cystinurie, Diabetes (Alternieren von renalem Diabetes und schwerem D. mellitus in derselben Familie, ebenso von Lävulose-Diabetes mit D. mellitus), Pentosurie, Fettsucht, symmetrische Lipomatose, Magersucht.

7. Skelettsystem, Synovialhäute und seröse Membranen. Hereditär können sein: Riesenwuchs, häufiger Hochwuchs (partieller Riesenwuchs einzelner Finger oder Zehen alternierend mit Akromegalie oder Zwergwuchs, eunuchoider Riesenwuchs alternierend mit auffallender Kleinheit), *Nanosomia primordialis und infantilis, partielle Mikromelie, abnorme Kürze einzelner oder symmetrischer Metacarpal- und Metatarsalknochen, echte Achondroplasia, Knochenbrüchigkeit (Osteopsathyrosis idiopathica tarda), gleich-

zeitige Mißbildungen von Schädel und Schlüsselbein (Dysostosis cleidocranialis; in denselben Familien vielfach rudimentäre Fälle; in einem Fall hatte eine dysostotische Frau mit dem ersten Mann 2 normale, mit dem zweiten 3 dysostotische Kinder, also Einfluß der Amphimixis!), Dysostosis craniofacialis (Vorwölbung der Stirn, Prognathie u. a.), Turmschädel bei vorzeitiger Nahtsynostose, Dystrophia periostalis hyperplastica mit starker Verdickung der Schädelknochen, Phalangen und Schlüsselbeine: Trichterbrust (Einziehung des unteren Sternalendes): *Hyperdaktylie, Hyperphalangie, Brachydaktylie infolge von Hypophalangie, Spalthand und Spaltfuß, *Syndaktylie, Flughautbildung in den Ellenbogen, Greif- oder Affenfüße, Madelung'sche Deformität des Handgelenks (dorsokonvexe Verkrümmung der Radius-Epiphyse), Überstreckbarkeit der Gelenke, angeborenes Genu valgum infolge Keilwirkung eines isolierten Condylus internus, kongenitale Hüftgelenksluxation infolge mangelhafter Entwicklung der Gelenkpfanne, Klumpfuß, Hohlfuß, Klindaktylie (Flexionsstellung der distalen Phalangen infolge von Ankylose der Gelenke), Kamptodaktylie (Beugekontraktur meist des kleinen Fingers), knöcherne Ankylose am 3. und 4. Finger (in einem Fall durch 5 Generationen verfolgt), Dupuytren'sche Kontraktur der Palmaraponeurose (in einer Familie seit 300 Jahren bei den Männern beobachtet), kongenitale Ulnardeviation der Fingergelenke, *multiple kartilaginäre Exostosen bezw. Ekhondrosen und multiple Enchondrome, Ostitis deformans (hypertrophische Knochensklerose), Rachitis, Osteomalazie (in einzelnen Fällen): *akuter Gelenkrheumatismus, hereditärraumatische (durch Traumen ausgelöste) Kyphose, multiple chronische Serositis.

8. Zirkulationsapparat. Hereditär können sein: Bildungsfehler des Herzens, Neigung zu spontaner Aortenruptur, Hirnblutung bei jugendlichen Individuen, plötzlicher Tod bei Aortenenge und Status thymicolymphaticus, Extrasystolie, habituelle Bradykardie, Veranlagung zu Endokarditis und Klappenerkrankungen, speziell rheumatischen Klappenfehlern, Schwäche des Herzmuskels, Arteriosklerose (vielfach vererbare Disposition zu einer bestimmten Lokalisation, zu einer bestimmten Form und einem bestimmten Verlauf des Prozesses), Krampfadern; Hämorrhoiden.

9. Respirationsapparat. Hereditär können sein: Spaltbildungen am Gaumen, Hasenscharte, Torus palatinus (exostotische Hervorragung an der Raphe der Gaumenbeine), kongenitale Membran zwischen den Rändern der Stimmlippen; Rhinitis fibrosa, habituelles Nasenbluten, Neigung zu Tonsillitis, chronischer Pharyngitis und chronischer Bronchitis (diese beiden vielfach alternierend), Czerny's exsudative Diathese (s. oben S. 102), speziell Bronchialasthma (Zwillinge werden oft gleichzeitig von Anfällen befallen), Emphyseme, *Tuberkulose (vielfach auf der gleichen Lunge und im gleichen Alter auftretend und in der Art der ersten Manifestation und im Verlauf übereinstimmend).

10. Verdauungsapparat. Vererbbar können sein: Unterzahl der Zähne (bei familiär-hereditärer Hypertrichosis lanuginosa oder kombiniert mit Hypoplasie oder Aplasie des Haarkleids und der Schweiß- und Talgdrüsen), abnorm frühzeitiger Durchbruch speziell der Backenzähne, Fortdauer der ersten Dentition bis ins 13.—21. Jahr, hochgradige Zahnkaries, Alveolarpyorrhoe, *Lingua geographica (auf der Zungenoberfläche rote, hellgerandete Flecke von großer Flüchtigkeit und Veränderlichkeit), Speicheldrüsenerschwellung: *Rumination (in einer Familie durch 5 Generationen beobachtet), kongenitale Pylorusstenose, konstitutionelle Atonie des Magens, *komplette Achylie, habituelle Hyperchlorhydrie, Ulcus pepticum: Neigung zu akuter

Appendicitis, Polyposis intestinalis und Rectumkarzinom (letztere beide vielfach koordiniert oder alternierend); multiple Zystenbildung der Leber auf Grund multipler Atresie kleinster Gallengänge; Neigung zu Stauungsicterus infolge enger Gallenwege; gewöhnlicher Icterus und habituellem Icterus gravis der Neugeborenen; Hanotsche Leberzirrhose; Cholelithiasis.

11. Harnorgane. Erblichkeit wird beobachtet für: *Zystenniere, *renalen Diabetes (z. T. alternierend mit schwerem D. mellitus), konstitutionelle Albuminurie (z. T. alternierend mit Nephritis), Neigung zu chronischer Nephritis ohne konstitutionelle Albuminurie (in 3 Generationen einer Familie 18 Fälle), Disposition zu Scharlachnephritis, jugendliche Schrumpfnieren, Diabetes insipidus (in einer Familie während 5 Generationen bei 35 von 220 Mitgliedern beobachtet), Urolithiasis (Heredität erstreckt sich auf die ganz bestimmte Form: Harnsäure- oder Oxalatsteine), essentielle Nierenblutungen bei anatomisch intakten Nieren und Gefäßen.

12. Geschlechtsorgane (s. auch unter 5). Hereditär können sein: Uterushypoplasie, Zwillings- und Mehrlingsschwangerschaft, Uterusmyom, Hypermastie und Hyperthelie.

13. Haut. Erblicher Natur sind: Vitiligo (symmetrisch lokalisierte oder metamer verteilte Pigmentierung), Pigmentnaevi, Albinismus. Xeroderma pigmentosum und Hydroa aestivalis (anomale Hautreaktion auf Licht mit Rötung, Pigmentierung bzw. Knötchen- und Blasenbildung), Disposition zu Pellagra, Epidermolysis bullosa, rezidive Ekzeme, Lichen ruber, Dermatitis exfoliativa neonatorum, Xanthom, Keloid, Recklinghausens Neurofibromatose, singuläres und multiples Lipom, Atherom, Cutis laxa oder hyperelastica, *symmetrische Lokalisation zirkumskripten Fettwülste und knötchenartige Anordnung des Fettgewebes besonders am Oberarm, Oberschenkel, Rücken und Gesäß, Adenoma sebaceum (Naevusbildung aus hyperplastischen Talgdrüsen), Hyperhidrosis (übermäßige Schweißbildung) der Hände und Füße, Anhidrosis (besonders im männlichen Geschlecht: Zusammenhang mit weiblicher Sterilität), *Ichthyosis, Keratoma palmare et plantare, Keratosis pilaris, Hypertrichosis lanuginea, Oligotrichie (Hypotrichosis universalis), Glatzenbildung, Stirnzacke des Haaransatzes in der Mittellinie, frühzeitiges Ergrauen der Haare, zirkumskriptes Ergrauen, Fehlen der Nägel.

In der vorstehenden Zusammenstellung sind sowohl die angeborenen Konstitutionsanomalien als auch eigentliche Krankheiten berücksichtigt. Eine scharfe Grenze zwischen beiden ist, namentlich wenn es sich um funktionelle Verhältnisse handelt, nicht zu ziehen, wir werden uns aber im folgenden im wesentlichen auf den Hauptgegenstand des Buches, auf die inneren Krankheiten, beschränken und zunächst die Frage nach der Art der Vererbung, dem Vererbungsgang, untersuchen.

Strenge Gleichsinnigkeit der Vererbung, d. h. eine vollkommene Übereinstimmung nach Zeitpunkt des Auftretens, Symptomatologie, Lokalisation und Krankheitsverlauf bzw. in einigen dieser Punkte bei verschiedenen Gliedern einer Familie wird vielfach bei Neoplasmen (s. oben), Arteriosklerose, Asthma bronchiale, Lungentuberkulose beobachtet. Bei zwei Brüdern entwickelte sich neben akromegaloiden Veränderungen an den Extremitäten eine starke Hypertrophie der Augenlidknorpel. In solchen Fällen spielt die Partialkonstitution der betreffenden Organe, also eine Organminderwertigkeit oder Organschwäche, eine Rolle.

Bemerkenswert ist die Neigung bestimmter Rassen zu ganz bestimmten Krankheitstypen, wobei natürlich auch die klimatischen Verhältnisse, die Lebensbedingungen und die Inzucht eine Rolle spielen können.

So dominiert in Norwegen unter den Neubildungen der Magenkrebs, während das Uteruskarzinom zurücktritt. Auf dem Gebiet der Psychosen zeigen die Germanen ein Überwiegen von Depressionszuständen, während z. B. bei Juden die (anscheinend immer seltener werdende) megalomane Paralyse und porio-manische Neigungen häufiger auftreten. Die Magyaren sowie die nord-amerikanischen Neger, insbesondere Negerinnen, zeigen eine besondere Empfänglichkeit für Paralyse. Das degenerative weiße Blutbild ist in Tirol, bei den modernen Griechen, sowie in tropischen Gegenden, z. B. bei den wilden Eingeborenen von Neuguinea, außerordentlich verbreitet. Diabetes ist bei wohlhabenden Juden stark verbreitet, tritt aber bei den gleichfalls semitischen Arabern nur selten auf. Das häufige Auftreten der Fettsucht bei Juden, Holländern, Türken, Magyaren, Lappländern, Chinesen dürfte z. T. in der Lebensführung seinen Grund haben, während die so häufige Magerkeit bei deutschen Adelsfamilien, bei spanischen Juden, bei Zulus und Kaffern konstitutioneller Natur zu sein scheint. Juden, Araber und ebenso Kabylen sind für Tuberkulose wenig empfänglich, dagegen sehr die kräftig gebauten Neger und die Südseeinsulaner. Die Häufigkeit akut und malign verlaufender Tuberkulose in Chile und bei den Kalmücken mag weniger in konstitutionellen Verhältnissen als in dem Fehlen einer Immunisierung durch vorangegangene leichtere, aber ausgeheilte oder latent gewordene Infektion, wie sie in Europa weit verbreitet ist, beruhen (Behring, Bacmeister). Auch die Häufigkeit des peptischen Geschwürs in Alaska mag auf habitueller Überlastung des Magens, die hohe Frequenz in den Vereinigten Staaten mit dem übermäßigen Genuß von Eiswasser und Eiscreme zusammenhängen. Andererseits dürfte die Neigung der Juden zu Prostatahypertrophie und Uterusmyomen durch konstitutionelle Momente bedingt sein.

Wie die Bevorzugung bestimmter Rassen, so dürfte größtenteils auch das geschlechtsbegrenzte Auftreten erblicher Krankheiten in besonderen Partialkonstitutionen begründet sein. Außer den allbekannten Beispielen der Bluterkrankheit und Rotgrünfarbenblindheit sei noch folgendes hervorgehoben. Die Disposition zu Neubildungen scheint vornehmlich durch das weibliche Geschlecht übertragen zu werden. Bei Basedow soll die direkte gleichartige Heredität im männlichen Geschlecht häufiger sein. Die Struma soll sich für das weibliche Geschlecht dominant, für das männliche rezessiv verhalten (Riebold). Alkaptonurie kommt überwiegend bei Männern vor. Die Disposition bei Gelenkrheumatismus pflanzt sich vorwiegend in der weiblichen Linie fort. Mißbildungen des Herzens kommen im Gegensatz zu anderen Mißbildungen im männlichen Geschlecht häufiger vor. Die Disposition zu rheumatischen Klappenfehlern wird allermeistens von der Mutter auf die Kinder beiderlei Geschlechts und nur ausnahmsweise vom Vater vererbt. Aorteninsuffizienz ist bei Männern häufiger. Mütter geben die Disposition zur Arteriosklerose meist nur an die Töchter, die Väter meist nur an die Söhne weiter.

Eine systematische Bearbeitung des ganzen Gebietes wäre für die Konstitutions- und Erblichkeitslehre von großem Interesse.

Bei ungleichsinniger Vererbung und beim vikariierenden oder alternierenden Auftreten verschiedener Krankheitsformen in derselben Familie, aber auch bei Koinzidenz mehrerer Krankheiten an demselben Individuum spielt einerseits die konstitutionelle Minderwertigkeit oder Schwäche eines bestimmten Organes, andererseits die entwicklungsgeschichtliche oder biologische Verwandtschaft verschiedener Organe oder Gewebe eine Rolle.

So beruht das gleichzeitige Vorkommen von Morbus Basedowii und anderen Schilddrüsenanomalien und -erkrankungen in der Aszendenz und in Seitenlinien zweifellos auf einer Organminderwertigkeit der Schilddrüse. Klappenfehler und schwere idiopathische Herzhypertrophie, Bothriocephalus-anämie und perniziöse Anämien kommen in derselben Familie vor, ebenso Bluterkrankheit und Purpura haemorrhagica, erstere bei den männlichen, letztere bei den weiblichen Gliedern. Ebenso treten Gicht und andere Stoffwechselerkrankungen, besonders Fettsucht, Cystinurie und Diabetes in denselben Familien auf.

Hierher gehören auch die Beziehungen der Mammatumoren zu Polymastie und Polythelie, das Alternieren von Retinagliom und Iris- und Chorioidealkolobom, die Neigung des Uterus duplex zu Myomen u. a.

Wie das einzelne Organ, so können auch sämtliche, von demselben Keimblatt oder Bildungsgewebe abstammenden Gewebe oder Organe gleichzeitig minderwertig sein. Bei angeborenen Anomalien oder Erkrankungen werden dann vorzugsweise solche Organe und physiologischen Verhältnisse betroffen sein, denen gemeinsame entwicklungsgeschichtliche Ursachen zugrunde liegen, und daraus ergeben sich eine Reihe von charakteristischen Syndromen, Koinzidenzen und gegenseitigen Vertretungen von Krankheiten und Krankheitssymptomen.

So soll es sich bei den Erscheinungen des Status hypoplasticus (Bartels, Pfaundler) oder des Lymphatismus (Stoerk) um eine kongenitale Minderwertigkeit der Derivate des mittleren Keimblatts oder wenigstens der Mesenchymderivate handeln, da bei diesem Zustand im allgemeinen das Bindegewebe, Gefäßsystem und lymphatische Gewebe, sowie die glatte Muskulatur minderwertig, reizbar und abnutzbar erscheinen: Innerhalb derselben Familie sieht man oft Erkrankungen verschiedener Blutdrüsen. Die Chlorose, nach Martius eine Funktionsschwäche der blutbildenden Organe, ist nicht selten mit Gefäßhypoplasie kombiniert. Bei Insuffizienz der Epithelkörperchen zeigen die Abkömmlinge des Ektoderms: Zentralnervensystem, Zähne und Linse (Tetaniestarr!) eine anomale Reaktionsweise des Organismus. Bei manchen Formen des Zwergwuchses, besonders bei der Nanosomia infantilis, erstrecken sich die Entwicklungshemmungen im Bereich des Skelettsystems nur auf die knorpelig präformierten Knochen. Anomalien des Gebisses in Form einer Überzahl der Zähne können mit Hypertrichosis lanuginea oder mit Hypoplasie des Haarkleides, der Schweiß- und Talgdrüsen kombiniert sein.

Auf die biologische Zusammengehörigkeit aller mit der Aufnahme, Verarbeitung und Elimination der Kohlehydrate betrauten Organe und Organkomplexe ist das Alternieren von renalem, auf geringer Zuckerdichtigkeit der Nieren beruhendem Diabetes und dem zu den Stoffwechselanomalien gehörenden Diabetes mellitus zurückzuführen. Auch hier werden in der letzten Wurzel Zusammenhänge entwicklungsgeschichtlicher Art eine Rolle spielen.

Schließlich sei hier noch erwähnt, daß das kombinierte Auftreten mehrerer Anomalien auch mit einer gleichzeitigen Differenzierung der betreffenden Organe während der Embryonalentwicklung zusammenhängen kann. Wenn z. B. die Kahnbeine und die Schlüsselbeine die gleiche Entwicklungsstörung zeigen, so kommt in Betracht, daß die letzteren ihre Knochenkerne unmittelbar vor den Kahnbeinen erhalten. Vielleicht haben gerade während dieses Entwicklungsstadiums irgendwelche Störungen eingegriffen und bei beiden, gleichzeitig in sensibler Verfassung befindlichen Skeletteilen Anomalien hervorgerufen.

Während so bei der vererbungsgeschichtlichen Betrachtung der Krankheiten in erster Linie die Übereinstimmung der allgemeinen Konstitution oder der Partialkonstitutionen bezw. Organminderwertigkeiten, das Geschlecht, die entwicklungsgeschichtliche oder biologische Verwandtschaft der Gewebe und der Zeitpunkt der Organdifferenzierung eine Rolle spielen, ist für den besonderen Vererbungsverlauf, wie ich an anderer Stelle (diese Zeitschr., Bd. 18, Heft 1, S. 1, 1917) zunächst mit Bezug auf gewisse Anomalien ausgeführt habe, die Einfachheit oder Komplexität der entwicklungsgeschichtlichen Ursachen von Bedeutung. In Kürze lautet die entwicklungsgeschichtliche Vererbungsregel: Eigenschaften mit einfach-verursachter, frühzeitig autonomer Entwicklung weisen einfache und klare, solche mit komplex-verursachter, durch Korrelationen gebundener Entwicklung unregelmäßige und unübersichtliche Vererbungsverhältnisse auf. So läßt sich z. B. zeigen, daß die durch Störung einer blastogenen, normalerweise streng geregelten, in hohem Maße autonomen Wachstumsordnung des mesenchymatischen Bildungsgewebes bedingte Brachydaktylie (Hypophalangie) im Gegensatz zu anderen Anomalien des Extremitätenskeletts genau der Spaltungsregel folgt (a. a. O., S. 15).

Nun sind viele Krankheiten komplex-verursachte „Reaktionen“ des Organismus und beruhen, wie eingangs erwähnt, auf einer Multiplizität der ätiologischen Faktoren. Außer den exogenen Wirkungen und den inneren physiologischen Bedingungen (Alter, Geschlecht, allgemeiner Ernährungszustand) kommen vor allem die konstitutionelle und konditionelle Beschaffenheit des Erfolgsorgans, des Nervensystems und Hormonapparates in Betracht. Gerade einige der bekanntesten, am weitesten verbreiteten und klinisch bedeutsamsten Krankheiten von sicher z. T. erblichem Charakter, wie Arteriosklerose, Magengeschwür, Tuberkulose, bösartige Neubildungen, sind in hohem Grade komplex-verursacht, und damit mag es zusammenhängen, daß alle Versuche, Regelmäßigkeiten in der Vererbung nachzuweisen, bisher gescheitert sind. Nur dann, wenn ein spezielles Organ in ausgesprochener Weise einen Locus minoris resistantiae darstellt und also die als Krankheit zutage tretende Reaktion des Organismus streng lokalisiert ist, tritt in vielen Fällen die Erblichkeit besonders klar und vielfach in Form einer kontinuierlichen Übertragung von Generation zu Generation hervor, so daß man ohne weiteres an die Verteilung dominanter Merkmale erinnert und die Möglichkeit eröffnet wird, an der Hand zahlreicher Stammbäume und Ahnentafeln die Mendelsche Vererbungsweise nachzuweisen. Die Vererbungsweise einer Krankheit ist also offenbar durch die Vererbungsweise bestimmter Partialkonstitutionen bedingt, wofern diese den Wert einer prädominierenden Bedingung für die Krankheit haben.

Speziell das Karzinom kann, wie Bauer hervorhebt, als klassisches Paradigma eines Effektes gelten, welcher durch mehr oder minder umfangreiche, von Fall zu Fall wechselnde Komplexe von Bedingungen herbeigeführt wird. Eine Heredität wird nur in 10–15% aller Fälle angenommen, ein Verhältnis, das an und für sich nicht zu mendelistischen Deutungen verlockt. So spricht denn auch Bauer gerade hier von dem irrigen Bestreben, die Mendelschen Vererbungserscheinungen herauszulesen, aber er betont andererseits, daß die hereditäre Disposition sich in manchen Fällen exquisit auf bestimmte Organe erstreckt. Anders ausgedrückt: in manchen Deszendenzen sind lokalisierte, in entwicklungsgeschichtlicher Hinsicht frühzeitig autonome Organe oder Organteile infolge besonderer blastogener Eigentümlichkeiten, etwa auf Grund eines fortbestehenden embryonalen Zellcharakters,

so ausgeprägt und so stark zu Neubildungen disponiert, daß solche ausgelöst werden, auch wenn sich die übrigen obligaten und substituierbaren, konstitutionellen und konditionellen Faktoren (s. oben S. 99f.) vielleicht nur in schwächerem, sonst unwirksamen Grade zusammenfinden. Die autonome, ausgesprochen blastogen bedingte Entwicklung jener Teile hat aber nach der Vererbungsregel eine regelmäßige Übertragungsweise zur Folge, die sich wohl an der Hand eines ausreichenden statistischen Materials als eine mendelnde herausstellen würde. Hierher gehören vielleicht die von Bauer aufgezählten merkwürdigen Fälle einer Vererbung bezw. eines gehäuften familiären Auftretens streng lokalisierter Neubildungen, wie Lymphosarkom z. B. der linken Halsseite, Mammakarzinom, Retinagliom u. a.

Ähnliches mag für das familiäre Vorkommen anderer Krankheiten gelten, welche in ganz bestimmten Organen und Organteilen oder in besonderen Gewebsformationen lokalisiert sind, so für das gelegentlich familiär gehäufte Auftreten des primären Morbus Addisonii, der frühzeitigen Schrumpfnieren und akuten Appendicitis, sowie für das „exquisit familiäre“ bezw. „eminent hereditäre“ Vorkommen von Splenomegalie und akutem Gelenkrheumatismus.

Auf dem Gebiete der normalen Rassenmerkmale folgen viele Eigenschaften, welche weniger in morphogenetischen Entwicklungsvorgängen, als im Chemismus des Körpers und der Einzelzelle begründet und wohl als „verhältnismäßig einfach-verursacht“ anzusehen sind, ebenfalls sehr genau der Spaltungsregel. Dieses Verhalten wirft vielleicht ein Licht auf den „exquisit vererbaren“ Charakter von Aminosäurediathesen, Diabetes und anderen Erkrankungen des Stoffwechsels.

Alles dies bedarf einer genauen Nachprüfung. Vielleicht geben aber diese Zeilen die Veranlassung, auch auf dem Gebiete der Konstitutionslehre noch tiefer, als es bisher geschehen ist, in die Zusammenhänge zwischen Entwicklungsgeschichte und Vererbungslehre einzudringen.

V. Haecker (Halle a. S.).

Wrzosek, Adam und Maciesza, Adolf. Über die Entstehung, den Verlauf und die Vererbung der durch Rückenmarksverletzung hervorgerufenen Meerschweinchen-Epilepsie. (Drittel Teil der experimentellen Untersuchungen über die Vererbung erworbener Eigenschaften.) Archiv für Rassen- und Gesellschaftsbiologie, 11. Bd., 3. Heft, S. 289. 1914/15.

Die von Brown-Séquard behauptete Erbllichkeit der operativ erzeugten Meerschweinchen-Epilepsie war bis zur Gegenwart ein Parade-Beispiel derjenigen Autoren, die in ihren Arbeiten noch an dem Glauben an die sogenannte „Vererbung erworbener Eigenschaften“ festhielten. Es ist deshalb sehr verdienstvoll von den Verfassern, daß sie die Ergebnisse Brown-Séquards, die zu der modernen Erblchkeitslehre in seltsamem Widerspruch stehen, einer gewissenhaften Nachprüfung unterzogen haben. Eine Nachprüfung erschien umso notwendiger, als Brown-Séquard die Zahl der von ihm untersuchten Tiere gar nicht bekannt gegeben hat. Auch erregt Brown-Séquards Angabe Mißtrauen, daß die operativ erzeugte Epilepsie nicht allzu oft vererbt werde. Die bisherigen Nachprüfer Brown-Séquards, Dupuy und Romanes, haben sich sogar noch zurückhaltender ausgedrückt.

Die Methode der Verf. war folgende: breites Öffnen des Rückenmarkskanals in der Gegend der letzten Dorsalwirbel und halbseitiges transversales Durchtrennen des Dorsalmarks mit Hilfe eines Messers oder eines glühenden

Platindrahtes: in einem Teil der Fälle wurde das Rückenmark nicht durchschnitten, sondern nur von einer Seite mit einer dicken Nadel durchgestochen. Die Zahl der Tiere, bei denen man kürzere oder längere Zeit nach dieser Operation komplette epileptische Anfälle auslösen konnte, beträgt 37 von insgesamt 75 operierten Tieren.

Als erstes wichtiges Ergebnis ihrer Untersuchungen stellen die Verf. fest, daß sich die Meerschweinchen dieser Operation gegenüber individuell sehr verschieden verhalten. Nur bei einem Teil der operierten Tiere gelingt es überhaupt, komplette epileptische Anfälle auszulösen. Dieser Erfolg geht keineswegs der Größe der gesetzten Verletzung parallel: während sich bei vielen Tieren, denen das Rückenmark halbseitig transversal durchschnitten war, niemals komplette Anfälle auslösen ließen, konnten bei anderen diese schwersten Epilepsiesymptome schon nach einem bloßen Nadelstich festgestellt werden. Auch konnte man bei Weibchen die Anfälle im allgemeinen schon kürzere Zeit nach der Operation hervorrufen als bei Männchen; ebenso scheinen die Tiere mit geringerem Gewicht durchschnittlich etwas früher epileptische Anfälle zu bekommen als die mit höherem Gewicht.

Weiterhin operierten die Verf. solche Tiere, die von einem oder zwei (nach Anwendung verschiedener Operationsmethoden) epileptisch gewordenen Eltern abstammten. Hierbei zeigte sich, daß man bei diesen Nachkommen epileptischer Eltern den ersten kompletten Anfall nach Rückenmarksverletzung durchschnittlich früher auslösen konnte als bei den Nachkommen gesunder Eltern. Dieses Ergebnis, das sich, nach Ansicht des Ref., am ungezwungensten durch Selektionswirkung erklärt, eröffnet eine neue interessante, wenn auch schwierige Aufgabe: statt nach einer „Vererbung erworbener Eigenschaften“ zu fahnden, wäre die individuelle Disposition der Meerschweinchen zu traumatischer Epilepsie auf ihre Erbllichkeit zu prüfen.

Was schließlich die nicht operierten Meerschweinchen anbetrifft, die von einem oder zwei nach Rückenmarksverletzung epileptisch gewordenen Eltern abstammen, so konnte bei keinem von ihnen ein kompletter Anfall ausgelöst werden. Dagegen gelang es, bei einem Teil dieser Tiere inkomplette Anfälle hervorzurufen. Da aber die Verf. angeben, daß es ihnen möglich gewesen sei, bei einem nicht kleineren Teile der Nachkommen gesunder Meerschweinchen ebensolche Anfälle auszulösen, so kann diese Erscheinung nicht als Beweis der Vererbung einer erworbenen Eigenschaft aufgefaßt werden.

Die Nachprüfung der Versuche Brown-Séquards hat also ein durch-
aus negatives Resultat ergeben. Siemens.

Shull, A. Franklin. Periodicity in the production of males in *Hydatina senta*. Biological Bull. Vol. 28, 1915.

Shull, A. Franklin und Ladoff, Sonia. Factors affecting male-production in *Hydatina*. Journ. of. Exp. Zool. Vol. 21, 1916.

Das experimentelle Studium der Generationszyklen bei Cladoceren und Rotatorien bietet geradezu ein Schulbeispiel dar für die fortschreitende Analyse eines wissenschaftlichen Problems. Seit Weismanns Untersuchungen in seinen „Beiträgen zur Naturgeschichte der Daphniden“ (Z. f. wiss. Zool. Teil I—VII, 1876—79) sind 40 Jahre verflossen. Diese lange Zeit hat keine Lösung des Problems gebracht, wohl aber eine Klärung. Der Problemkomplex, als solcher hat sich inzwischen das ursprünglich einfach erscheinende Problem herausgestellt, ist in seiner Totalität zerstört und in seine Teilfragen aufgelöst worden. Wir verfügen heute über eine viel feinere Fragestellung

und dürfen hoffen, mit ihrer Hilfe uns entsprechend angewandter besserer Methodik der Lösung näher zu kommen: nicht schneller zwar, aber sicherer.

Den größten Fortschritt haben auch hier die Resultate der modernen Vererbungslehre gebracht, besonders haben eingewirkt die Ergebnisse Johannsens. Er zeigte für gewisse Fragen den Wert der individuellen Auslese und der Zucht in reinen Linien. Wenn wir in dieser Hinsicht im besondern die Rotatorienarbeiten betrachten (Maupas 1891, Nußbaum 1897, Lauterborn 1898, Punnett 1903, Whitney 1907, 1909, 1914, Mitchell 1913, Shull 1910, 1911, 1912, 1913, 1915, 1916), so ergibt sich ein deutlicher Einschnitt mit Punnett 1903. Die älteren Arbeiten haben nur noch Wert durch das Material, welches sie für die biologische Kenntnis des Objektes geliefert haben. Erst die späteren Bearbeiter gehen von analysiertem Ausgangsmaterial aus, bzw. schalten bewußt die Fehlerquellen aus, wie sie in Massenkulturen mit einem Gemisch von vererblichen Differenzen notwendig gegeben sind. Das demonstrieren in schönster Weise die hier zu referierenden neuen Studien über *Hydatina senta* von Shull.

Ehe ich auf sie näher eingehe, will ich kurz zusammenfassen, was wir über die Biologie des Objektes seit Maupas wissen und kennen gelernt haben. Die Weibchen von *Hydatina* erzeugen (analog den Verhältnissen bei Rotatorien überhaupt) weischalige Subitan- und hartschalige Latenzeier. Erstere entwickeln sich parthenogenetisch und bringen Männchen oder Weibchen. Letztere erscheinen nur dann in den Ovarien, wenn vorher Männchen aufgetreten sind, bedürfen also zu ihrer Entstehung der Befruchtung. Aus den Wintereiern gehen nur Weibchen hervor. Im allgemeinen lassen sich die beiden Arten von Eiern schon durch die Größe unterscheiden, doch ist dies kein sicherer Anhalt, da die Größe der Eier variiert. Das ist sicher von der Ernährung abhängig. Experimentell läßt sich daher dieser Umstand nicht verwerten. Es muß jedes Ei aufgezogen werden. Wohl aber sind Männchen leicht von Weibchen zu trennen. Erstere sind etwa 0,25 mm groß, letztere 0,75 mm im mittleren Durchschnitt.

Wie ein roter Faden zieht sich durch die älteren Arbeiten die Verquickung zweier Probleme hindurch, die ganz gewiß viel innere Berührung haben, aber für die experimentelle Bearbeitung notwendig zu trennen sind: einerseits die Frage nach dem Schicksal der Sommeriere, andererseits die nach dem der Wintereier. In bezug auf die letzteren sprechen Experimente von Maupas und eine Beobachtung von Lauterborn dafür, daß nur männliche Eier befruchtungsfähig sind. Durch die Befruchtung aber werden sie zu Wintereiern, aus denen nur Weibchen schlüpfen. Also handelt es sich um Geschlechtsbestimmung besser noch -umstimmung. Anders liegt die Sache für die Sommeriere. Zwar können daraus Männchen oder Weibchen entstehen, aber es besteht eine reinliche Scheidung zwischen den produzierenden Weibchen. Die einen bringen nur Eier hervor, die das eine, die andern solche, die das andere Geschlecht liefern. Und die Frage ist hier die nach den ersten Ursachen, die das Auftreten des einen oder andern Geschlechts bestimmen. Sind es innere oder äußere Faktoren? Maupas schrieb es dem Einfluß der Temperatur zu, Nußbaum dem der Ernährung. Punnett hat als erster innere Faktoren als ausschlaggebend angenommen und vermutete letzthin eine verschiedene zygotische Konstitution der Weibchen.

In seiner ersten Arbeit von 1915 bringt Shull einen wertvollen Beitrag für diese Ansicht. Es tritt oft ein gut markierter Rhythmus in der Produktion von Männchen bei *Hydatina* auf. Generationen können vergehen mit wenig oder auch gar keinen ♂♂-produzierenden Weibchen. Dann er-

scheinen solche auf einmal im Überfluß, um wieder von Generationen gefolgt zu werden gleich den ersten. Bei *Asplanchna* hat Mitchell (1913) ähnliche Verhältnisse beschrieben, während sie für *Hydatina* bisher unbekannt waren. Mitchell läßt die Erscheinung bewirkt sein von inneren und äußeren Faktoren. Er sagt, daß der Rhythmus nicht das Resultat der äußeren Bedingungen ist, aber er sei auch nicht ganz unabhängig davon. Seine verschiedenen Ausprüche darüber sind recht unklar. Whitney hat die Periodizität dem Wechsel in der Ernährung zugeschrieben. Demgegenüber findet Shull folgendes. Die Regelmäßigkeit in dem periodischen Auftreten von ♂♂ ist sicher unabhängig von der Umgebung, hat vielmehr ihre Ursache in einem innern Faktor, ist mit anderen Worten eine erbliche Eigenschaft der betreffenden Linie.

Nicht jede Linie zeigt einen scharf ausgesprochenen Rhythmus. Auch müssen, damit er nicht verwischt wird, gewisse experimentelle Bedingungen beobachtet werden. Darauf gehe ich nicht näher ein, da sie mir klar scheinen. Vielmehr seien sogleich Shulls drei Tabellen wiedergegeben, sie geben das beste Bild.

Tabelle I.

Sie zeigt die Zahl der männchenzeugenden (♂♀) und weibchenzeugenden (♀♀) Weibchen in einer F₂-Linie aus einer Kreuzung zwischen einer englischen und einer Nebraska-Linie von *Hydatina senta*.

Datum	Zahl von ♂♀	Zahl von ♀♀	Datum	Zahl von ♂♀	Zahl von ♀♀
Januar 16.	2	24	März 14.	0	44
" 19.	0	24	" 17.	0	38
" 22.	1	35	" 20.	0	42
" 25.	3	33	" 23.	0	23
" 28.	19	46	" 26.	8	40
" 30.	14	46	" 29.	36	48
Februar 2.	0	56	April 1.	7	71
" 5.	0	40	" 4.	1	51
" 9.	2	38	" 7.	0	37
" 12.	0	43	" 10.	0	40
" 15.	0	47	" 13.	1	36
" 18.	0	48	" 16.	0	35
" 21.	0	13	" 19.	0	43
" 24.	0	35	" 22.	3	85
" 27.	17	21	" 26.	68	51
März 2.	13	27	" 29.	32	23
" 5.	6	29	Mai 2.	18	34
" 8.	2	36	" 5.	3	50
" 11.	0	42	" 8.	0	44

Natürlich wurde die Linie während der Zeit unter gleichen äußeren Bedingungen gehalten. Es erscheint aber von vornherein unwahrscheinlich, daß ein solch ausgesprochener einmonatiger Rhythmus hervorgerufen sein sollte durch Nahrung oder Temperatur. Die beiden andern Tabellen sind etwas anders verfaßt, da er in den Experimenten nicht die Zahl der ♂♀ bestimmt hatte.

Tabelle II.

Sie zeigt die Daten, zwischen welchen Männchen gefunden wurden in einer englischen Linie von *Hydatina senta*. Zwischen den Perioden traten keine Männchen auf.

1. Periode	. . . . .	13.—25. Februar 1913,
2. "	. . . . .	17.—26. April 1913,
3. "	. . . . .	19.—24. Juni 1913,
4. "	. . . . .	24.—30. August 1913,
5. "	. . . . .	31. Oktober—15. November 1913.

Tabelle III.

Sie zeigt ebenso wie Tabelle II die Daten, zwischen welchen ♂♂ auftraten und zwar in einer Nebraska-Linie von *Hydatina senta*.

1. Periode	. . . . .	15. Januar—1. Februar 1913.
2. "	. . . . .	22.—23. April 1913,
3. "	. . . . .	10.—16. August 1913,
4. "	. . . . .	7.—11. Dezember 1913,
5. "	. . . . .	Beobachtung fehlte vom 8. März bis 10. Juni 1914,
6. "	. . . . .	1. November 1914.

In allen drei Linien tritt ein gut ausgesprochener Rhythmus hervor. Eine Linie zeigt das Auftreten einer relativ hohen Zahl von Männchen jeden Monat, eine andere je nach zweimonatiger Pause und die dritte nach einem Zwischenraum, der von drei zu vier Monaten anwächst. Gerade diese Konstanz innerhalb derselben Linie, andererseits die Existenz differenter Linien, die gleichzeitig bei gleichen Bedingungen kultiviert wurden, beweist, daß hier nicht spezielle äußere Einflüsse in Frage kommen können.

Im zweiten Teil seiner Arbeit prüft Shull im Sinne Mitchells die Beziehung der Ernährung zum Auftreten von männchenproduzierenden Weibchen. Er hat zwei Linien mit hunderten von Familien gezogen. Innerhalb

Tabelle IV.

Sie gibt wieder den Umfang der Familien und die Beziehung zwischen den männchenzeugenden (♂♀) und weibchenzeugenden (♀♀) Weibchen in einer parthenogenetischen Linie von *Hydatina senta*.

Umfang der Familie	Zahl der Familien	Zahl der ♂♀	Zahl der ♀♀	Prozentualer Anteil der ♂♀
1—5	7	3	13	18,7
6—10	15	15	96	13,5
11—15	16	47	158	22,9
16—20	20	28	322	8,0
21—25	20	73	388	15,8
26—30	21	152	437	25,8
31—35	33	174	909	16,1
36—40	27	213	816	20,7
41—45	29	281	977	22,3
46—50	26	324	931	25,8
51—55	19	285	710	28,6

jeder Linie ordnet er die Familien nach ihrem Umfang an, d. h. der Zahl ihrer Töchter und berechnet nun für jede Gruppe von Familien den prozentualen Anteil der männchenproduzierenden Weibchen. Ich gebe zunächst Tabelle IV wieder.

Die letzte Kolumne zeigt, wie außerordentlich wechselnd der prozentuale Anteil der ♂♀ ist. Irgend eine Regelmäßigkeit oder Beziehung läßt sich nicht herauslesen. Tabelle V, die hier nicht wiedergegeben wird, beweist dasselbe. So kommt Shull zu dem negativen Resultat, daß in diesen Experimenten ein Einfluß äußerer Faktoren, hier der Ernährung, nicht zu erkennen sei. Etwas anders liegt die Sache in Tabelle VI für eine gehungerte Linie.

Tabelle VI.

Umfang der Familie	Zahl der Familien	Zahl der ♂♀	Zahl der ♀♀	Prozentualer Anteil der ♂♀
6—10	7	7	49	12,5
11—15	3	6	34	15,0
16—20	6	39	66	37,1
21—25	8	88	101	46,5
26—30	16	172	273	38,6
31—35	8	96	169	36,2
36—40	2	14	64	17,9

Diese Linie hatte Shull schon 1910 beschrieben. Die größte Proportion von männchenzeugenden Weibchen ist zugeordnet den Familien von mittlerer Größe. Auf dieses eine Experiment baut Shull den Schluß auf, daß das Hungern, also der Einfluß der Ernährung, die Intervalle zwischen den Perioden der Männchenproduktion unberührt lasse, wohl aber würden die Wellen der Männchenproduktion und der Zwischenzeiten weniger auffallend. Wenn die Ernährung überhaupt die Männchenproduktion beeinflusse, dann verändern sie nicht die Periodizität, sondern höchstens die Ausdehnung, die Stärke der Männchenproduktion. Und dieses Ergebnis schreibt er eher den chemischen Faktoren des Mediums zu als der Ernährung. Den Einfluß der Quantität der Ernährung hält er auf Grund statistischer Wahrscheinlichkeit (siehe die Tabellen!) für „nicht erwiesen“. Wenn aber qualitative Differenzen in der Ernährung auf die Männchenproduktion einwirken, dann sollen die Intervalle zwischen den Perioden wahrscheinlich überührt bleiben.

Ich muß gestehen, alle die letzten Schlüsse, die Shull zieht, sind mir insofern unverständlich, als ich dafür in der statistischen Tabelle VI keinerlei Unterlage finden kann. Sie gehen sicher zu weit. Gewiß regt Tabelle VI mit ihrem auffallenden Resultat zum Nachdenken an, aber mehr nicht. Nun müßten Experimente einsetzen, die den Ursachen dieser Erscheinung nachgehen. Im besonderen ist ein Zusammenhang derart, daß die Ernährung die Periodizität nicht beeinflusse, wie Shull behauptet, durch nichts erwiesen. Trotz seiner Arbeit bleibt denkbar und möglich, daß vielleicht durch Hungerversuche die Perioden verändert werden. Ich erinnere an N. v. Scharfenbergs Resultate bei *Daphnia magna*. An dieser Stelle enttäuscht mich Shulls Arbeit. Hatte er doch in den drei Linien, die in Tabelle I—III wiedergegeben sind, ein ganz einzigartiges Ausgangsmaterial, um eine eventuelle Korrelation zwischen Periodizität und Ernährung zu studieren. Ich

nehme an, die Periodizität ist erblich. Sie würde im nächsten Jahre (1914) genau so aufgetreten sein. Darüber teilt Shull leider nichts mit. Nun hätten mit diesen Linien, deren erbliche Konstitution (deren Periodizität) bekannt war, Versuche einsetzen sollen über den Einfluß der Ernährung, sowohl der Quantität als auch der Qualität.

In Shulls neuester Arbeit (1916) wird untersucht, wie eine Anzahl von Agentien auf die Männchenproduktion einwirken. Einige sollen sie herabsetzen, andere erhöhen. Sehr schön, klar und eindeutig sind z. B. die in Tabelle VII wiedergegebenen Experimente mit Kalziumchlorid. Er zog drei Linien: eine in reinem Wasser, eine in einer Lösung 1:200 und die dritte in einer solchen 1:75. Entsprechend treten ♂♀ auf in einem prozentualen Anteil von 8,1 in der ersten, 4,8 in der zweiten und 1,5 in der dritten Linie. Da aber Shull nicht in der oben gekennzeichneten Richtung seine analysierten Linien von 1913 für die neuen Versuche benutzt hat, entbehren diese eines speziellen vererbungstheoretischen Interesses. Sie würden unter Beachtung der geforderten Kautelen an Wert gewonnen haben. Shull hat diesen Mangel mehr gefühlt als klar erkannt, wie aus dem schwachen Versuch in Tabelle 18 und Figur 1 hervorgeht. Im übrigen kann ich die Bemerkung nicht unterdrücken, daß in Breckners Arbeit an *Artemia* ein Beispiel vorliegt, wie die entsprechende Methodik bei Versuchen mit qualitativ differenten Agentien viel feiner und reicher sein kann.

Gerschler.

Adametz, L. Studien über die Mendelsche Vererbung der wichtigsten Rassenmerkmale der Karakulschafe bei Reinzucht und Kreuzung mit Rambouillets. Bibliotheca genetica, herausgeg. von E. Baur. Band 1. Leipzig, Gebr. Borntraeger, 1917.

Der von E. Baur neubegründeten Bibliotheca genetica ist mit dem ersten Band ein guter Wurf geglückt. Die von Adametz, einem engeren Landsmann Mendels, mitten im Völkerringen trotz schwierigster Verhältnisse herausgebrachte Arbeit stellt, indem sie monographisch die charakteristischen Merkmale einer ökonomisch sehr wichtigen und wissenschaftlich hochinteressanten Haustierrasse behandelt, eine der hervorragenden, wenn nicht die bedeutsamste Untersuchungsreihe dar, welche aus eigentlichen Tierzüchterkreisen heraus auf modern-vererbungsgeschichtlichem, mendelistischem Boden ausgeführt worden ist, und verdient nach Fragestellung, Methode und Ergebnis eine eingehende Besprechung.

Die bocharischen Fettschwanz- oder Karakulschafe (in Bochara: Arabi's) sind die Produzenten des unter dem Namen „Persianer“ bekannten, als Pelzwerk hochgeschätzten Lammvlieses. Charakteristisch für das Fell der neugeborenen Karakullämmer ist, daß die in Locken gruppierten Haare die Form kurzer Spiralstücke haben und in flacher Wölbung aufliegen, und zwar derart, daß die Spitzen nach unten, gegen die Haut gerichtet und bei Ansicht von oben unsichtbar sind. Die einzelnen Locken erscheinen daher als flache, aus regelmäßig nebeneinander liegenden Haaren bestehende Polster, welche in dichter Anordnung die Haut bedecken. Schon nach wenigen Tagen erheben sie ihre Spitzen nach oben, stellen sich senkrecht zur Körperoberfläche, werden lockerer und zerfallen in mehrere korkzieherartige Zotten mit weit auseinandergezogenen Spiralwindungen.

Nach der Annahme der ursprünglichen Züchter dieser Rasse, der Sarten Bocharas, sind die Karakulloken ein Produkt der Scholle bezw. des Klimas

und ihre Eigentümlichkeiten gehen verloren, wenn die Tiere nach Persien oder andere Gegenden versetzt werden. Auch die Biologen, insbesondere Darwin, haben diese Auffassung angenommen, doch ist sie nicht ganz ohne Widerspruch geblieben. So hat schon Castle (Heredity of „Angora“ coat, 1903) die Frage aufgeworfen, ob nicht die Karakullocke gegenüber dem typischen Wollcharakter ein rezessives Merkmal darstelle und daher bei Verpflanzung in andere Gegenden infolge von Blutmischung unterdrückt werde.

Die Entscheidung dieser Frage ist natürlich von großem Interesse, wenn es sich darum handelt, die Karakulschafe bei uns einzubürgern, und bei den Zuchtversuchen, mit denen Adametz 1904 in Österreich-Ungarn begann, richtete er naturgemäß sein Hauptaugenmerk auf die Vererbungsweise dieses in biologischer Hinsicht interessantesten und wirtschaftlich wichtigsten Rassenmerkmals. Es wurden aber auch eine Reihe von anderen Eigenschaften untersucht, so daß wir hier einen ersten Überblick über die ganze spezielle Vererbungsgeschichte einer Rasse bekommen, wie dies in ähnlich vollständiger Weise Davenport bei verschiedenen Hühnerrassen durchzuführen versucht hat. Das Kapitel über die Vererbungsweise der Karakullocke ist im ersten Heft des Bandes unserer Zeitschrift als besondere Abhandlung abgedruckt worden, es soll aber im Interesse der Vollständigkeit an dieser Stelle ebenfalls berücksichtigt werden.

Zu den Vererbungsversuchen wurden Karakulböcke verschiedener Herkunft, darunter zwei direkt aus Bochara importierte (Nr. 201 und 214), benutzt. Die Rambouillet-Mütter gehörten der Strilecker Stammherde (Mähren) an.

Was die Vererbungsweise der Karakullocke betrifft, so zeigen die F_1 -Lämmer alle Übergänge von lockenfreier Beschaffenheit des Vlieses bis zur echten Karakullocke. Doch ist die Rückkehr zu beiden Elternformen nur scheinbar, vielmehr zeigt die Betrachtung der letzten Elemente des Vlieses, also der einzelnen Wollhaare, daß nur die einer windschief umgebogenen Sichel ähnlichen Wollhaare der Karakullämmer und sehr flach- oder weitwellige Übergangsstadien (wie sie bei ungeborenen Karakullämmern als Vorstadien der eigentlichen Lockenbildung zu finden sind), nicht aber die eng gewellten Wollhaare der Rambouillet-Lämmer vorkommen. Auch bei ganz lockenfreien Bastarden zeigen die Haare jene flachwellige Beschaffenheit, die nichts mit dem Haarcharakter der Rambouillets und anderer Kammwollschafe zu tun hat, vielmehr als Ausdruck der Heterozygotie zum Vorschein kommt, ähnlich wie bei menschlichen Kreuzungen, z. B. bei den Rehobother Bastards, ein flach- oder weitwelliger Intermediärtypus zwischen Schlichthaarigkeit und spiralig gedrehtem Haarwuchs auftreten kann (E. Fischer).

In F_2 kommt weder die ganz lockenfreie Beschaffenheit der Rambouillets, noch die „Primalocke“ der Karakuls zum Vorschein, dagegen verschiedene Zwischenstufen, die als mehr oder weniger deutlich gewelltes Vlies, als Beginn der Lockenbildung und als Karakullocken geringer bis mittlerer Qualität („Sekundalocke“) zu bezeichnen sind. Das Zahlenverhältnis der fünf Hauptgruppen (Phänotypen) war 0 : 3 : 5 : 2 : 0.

Adametz glaubt aus dem Verhalten der F_1 - und F_2 -Tiere mit Bestimmtheit auf eine mendelnde Vererbung schließen zu dürfen und nimmt an, daß die Karakullocke ein unvollständig dominantes, das lockenfreie Vlies ein rezessives Merkmal darstellt, wenn auch allerdings das vollkommene Fehlen dieser Form in F_2 eine Extraktion des rezessiven Typus und damit den vollen Beweis für die Richtigkeit der Annahme unmöglich machte. Die

Unregelmäßigkeiten in der Dominanz führt Adametz darauf zurück, daß er in Anlehnung an Davenport¹⁾ neben dem Lockenfaktor mindestens noch zwei Faktoren, einen hemmenden und einen verstärkenden, heranzieht und so auf eine Art von Polymerie hinauskommt. Er macht überhaupt keine scharfe Unterscheidung zwischen der Annahme der unvollständigen Dominanz und der Polymeriehypothese und hält es für möglich, daß mehr als drei Faktoren im Spiele sind.

Indessen stößt der ganze Erklärungsversuch, wie ja Adametz selbst andeutet, auf eine Reihe von Schwierigkeiten. Vor allem ist die große Variabilität der F_1 -Tiere vom Standpunkt der Polymeriehypothese aus schwer zu begreifen, wofern die beiden elterlichen Rassen tatsächlich rein gezüchtet sind. Denn in diesem Falle wäre natürlich eine uniforme F_1 -Generation $A_1a_1A_2a_2A_3a_3$ zu erwarten.

Auch zwei andere Beobachtungen stehen der kombinierten Hypothese im Wege, vor allem der Befund, daß lockenfreie F_1 -Tiere bei Paarung unter sich Lämmer mit richtigen Karakullocken liefern und umgekehrt gelockte F_1 -Eltern ein Produkt mit nur schwach welligem Vlies liefern können. Dieses Ergebnis kann natürlich ebenfalls, wie Adametz will, auf Spaltungsprozesse zurückgeführt werden, wofern man die Annahme der unvollständigen Dominanz und Polymerie heranzieht. Wenn aber infolge unvollständiger Dominanz die äußere Erscheinung der Tiere so wenig einen Ausdruck der genotypischen Zusammensetzung bildet, daß in ganz lockenfreien F_1 -Tieren die Anlage zu echten Karakullocken stecken kann, so wird man doch die Frage aufwerfen dürfen, ob bei derartigen Kreuzungen aus der Art der Verteilung der verschiedenen Haupttypen in F_2 , z. B. aus der oben angeführten Reihe 0 : 3 : 5 : 2 : 0, überhaupt noch irgend welche Schlüsse auf die Vererbungsweise gezogen und ob solche Reihen ihrerseits als Stützen für die Polymeriehypothese verwendet werden können²⁾.

Auch die Beobachtung, daß bei Kreuzungen mit Zackel- und Kärntner Landschafen im Fall der Rückkreuzung mit reinrassigen Karakulböcken stets einzelne völlig lockenfreie Tiere auftreten (S. 31), bietet eine große Erklärungsschwierigkeit.

Der ganze Fall liegt vielmehr ähnlich, wie bei meinen Kaninchenkreuzungen (diese Zeitschr. 14, 1915, S. 63), bei welchen die F_1 Produkte zweier höchstwahrscheinlich vollkommen reiner Rassen (Black and-tans und Himalayas) in kaum geringerem Maße als die F_2 -Tiere variabel sind, woraus sich große Schwierigkeiten für die Polymeriehypothese ergeben. In beiden Fällen, bei den Karakulschafen und bei den Kaninchen, könnte die Kreuzungsanalyse für sich allein nur mit Hilfe ungeheurer Zahlen und bei Verfolgung einer großen Menge einzelner Blutlinien bestimmte Anhaltspunkte für die Beurteilung der Vererbungsweise liefern, ohne in die Gefahren zu verfallen, welche bei Anwendung solch nebelhafter Begriffe, wie es im allgemeinen die polymeren Faktoren heute noch sind, entstehen. Eine andere Möglichkeit, die vielleicht auf noch kürzerem Wege zu einem Ziele führt, würde die Verbindung der Kreuzungsanalyse mit der entwicklungsgeschichtlichen Eigenschaftsanalyse sein. Wie aber Adametz gezeigt hat, sind vorläufig die entwicklungsgeschichtlichen und histogenetischen Unterlagen für ein solches Vorgehen noch vollkommen ungenügend.

¹⁾ Davenport nimmt in seinem großen Hühner-Werke neben dem dominierenden Faktor jeweils nur noch einen modifizierenden Faktor an.

²⁾ Vergl. B. Kajanus, Zur Kritik des Mendelismus. Diese Zeitschr., 12, 1914.

Jedenfalls ist aber Adametz im Recht, wenn er aus seinen Ergebnissen den Schluß zieht, daß die Fähigkeit zur Lockenbildung ein streng erbliches, vermutlich mutativ entstandenes Merkmal und nicht bloß eine Klima- oder Boden-Modifikation darstellt. Ob man allerdings auch, wie Adametz will, ohne weiteres von einem Domestikationsmerkmal sprechen darf, scheint mir zweifelhaft zu sein.

Während bei Karakul Merinokreuzungen die Lockenbildung bei den Kreuzungslämmern im allgemeinen eine mangelhafte ist, sind die Resultate bessere bei Verwendung anderer Schafrassen, die, wie die Karakulschafe, im erwachsenen Zustand Mischwolle besitzen, so ganz besonders bei Karakul-Zackelkreuzungen, wie Adametz bei einer niederösterreichischen Zucht beobachten konnte. Vererbungsgeschichtlich ist besonders von Interesse, daß schon in der F_1 -Generation neben zahlreichen Zwischenformen auch beide rein elterlichen Typen, nämlich echte zackelartige und hochwertige, vollkommen karakulartige Felle auftreten, sowie die schon erwähnte Tatsache, daß bei Rückkreuzungen stets einzelne völlig lockenfreie Tiere fallen. Ähnliches ergibt sich bei Karakul-Kärtner-Landschaft-Rückkreuzungen.

Zu eindeutigeren Ergebnissen ist Adametz bezüglich der Vererbung der Haarfarbe gelangt. Die neugeborenen Lämmer des Arabi-Typus sind intensiv schwarz und zwar sowohl an den mit Wolle bedeckten Körperteilen, als auch an denen, welche glattes Deckhaar tragen (Gesicht, Ohren, untere Partien der Extremitäten). Im dritten oder vierten Jahr beginnt ein Ausbleichen des Vlieses, welches zunächst grau bis graubraun und schließlich schmutzigweiß wird. Kopf und Beine bleiben aber schwarz, ebenso wie auch die Haut, die Schleimhäute und Hornsubstanz dunkelpigmentiert bleiben.

Neben den schwarzen Individuen finden sich in Bochara braune Individuen, deren Farbe in verschiedenen Abstufungen vom dunklen Schwarzbraun durch Schokoladebraun bis zum Gelblichbraun der Sommerrehfarbe schwankt. Auch bei dieser Varietät erfolgt die Umfärbung der Wolle, während Gesicht, Ohren, Beine und Schwanzstummel braun bleiben. Ziemlich ausgedehnte Kreuzungen ergaben, daß das Schwarz der Arabis über das Braun dominiert, ähnlich wie bei Pferden Schwarz und Braun über die Fuchsfarbe dominieren.

Blonde Felle sind außerordentlich selten, auch weiße Varietäten scheinen fast ganz zu fehlen, dagegen kommen gescheckte Lämmer öfters vor.

Endlich kommt eine in Bochara als „Schiras“ bezeichnete graue Varietät vor, bei welcher schon die neugeborenen Lämmer statt des schwarzen ein graues Fell tragen, dessen Färbung auf einem Neben- und Durcheinander farbiger und weißer Haare beruht, also den Schimmel- oder roan-Charakter aufweist. Auch hier bleicht die Wolle ab, während Gesicht und Beine grau bleiben. Unter unvollkommenen Schiras versteht A. solche Individuen, deren Rumpf schwarz ist, während die mit Deckhaaren besetzten Körperteile grau sind. Die graue Farbe der Schiras dominiert über die schwarze der Arabis, ebenso wie beim Pferde die Schimmelfarbe über alle anderen dominiert. Dies ist auch wohl der Grund, warum die bocharischen Sarten niemals graue Böcke in die Herde einstellen. Es würde sonst gleichzeitig mit der grauen Farbe die mit ihr anscheinend korrelativ verbundene geringere Lockenqualität überhandnehmen.

Bemerkenswert ist die große Variabilität der Schiraslämmer, was das Mengenverhältnis der dunklen und weißen Haare anbelangt. Die Endglieder der Reihe bilden einerseits silbergraue Individuen, andererseits die „unvollkommenen“ Schiras. Um diese Erscheinung zu erklären, nimmt A. vier Faktoren an, einen Faktor für Schwarz (A), einen für Weiß (Hemmungsfaktor, E),

ferner einen Faktor für die Melierung (Mischung schwarzer und weißer Haare, C), und endlich einen Verstärkungsfaktor (D), dessen einfache oder doppelte Anwesenheit eine entsprechende Vermehrung der schwarzen Haare und damit die verschiedenen Abstufungen der SchirASFärbung bedingt. Von diesen Annahmen aus können auch die Ergebnisse verschiedener Kreuzungen (unvollkommene Schiras \times Karakul, Schiras \times Schiras) verständlich gemacht werden.

Das dritte Kapitel berichtet über die Vererbung der Haarfarbe bei Kreuzungen der Karakuls und Rambouillets. Wenn auch über die Stammformen beider Rassen nichts Sicheres bekannt ist — die ersteren dürften aus Arabien stammen, die Merinos sind nach C. Keller vom wilden Steppenschaf (*Ovis Arkar*) abzuleiten —, so ist doch anzunehmen, daß die Ausgangsformen beider „wildfarben“ waren und also geringelte Haare besaßen. Die bei den Kreuzungen verwandten Karakuls waren sämtlich schwarz, z. T. homozygot, z. T. heterozygot mit rezessivem Braun. Die Rambouillets, welche pigmentlose Haare, pigmentierte Augen und eine vollkommen pigmentfreie, rosafarbige Haut besitzen, sind weder Albinos, noch Leucisten, sondern dürften den Haustierrassen mit sehr stark verdünntem Pigment zuzurechnen sein, worauf auch die gelbe Farbe der Hornsubstanz hinweist. In der Rambouillets-Herde, welcher die Zuchttiere entstammten, fielen übrigens trotz sorgfälliger Züchtung ab und zu braune und noch viel seltener schwarze Lämmer, ein Verhalten, das für nahezu alle weißwolligen Schafrassen charakteristisch ist, und von A. auf das Vorhandensein einiger heterozygotischer Zuchttiere zurückgeführt wird.

In F_1 traten nur pigmentierte Lämmer (24 schwarze, 3 havannabraune) auf. Die weiße Farbe der Rambouillets ist also gegenüber dem Schwarz und Braun der Karakuls rezessiv. Das Auftreten der Farbe „havannabraun“, d. h. eines satten Braun mit rötlichem Nebenton (wie bei den Havannakanichen), erklärt sich daraus, daß mindestens einer der verwandten Karakulböcke (Nr. 214) bezüglich des Schwarzfaktors heterozygotisch war.

Die Umfärbung der schwarzen F_1 -Lämmer vollzieht sich ungefähr in der nämlichen Weise, wie diejenige der reinrassigen schwarzen Lämmer. Auch die braunen Tiere färben in Gelblichweiß um.

Zur Erklärung der Kreuzungsergebnisse nimmt A. in Anlehnung an die bekannten Anschauungen von Cuénot, Spiegler u. a. die Wirkung von drei Faktoren an: einen Faktor für Schwarz (A), einen Faktor für Braun (B), der vermutlich bewirkt, daß die Pigmentbildung auf einer bestimmten Melaninvorstufe stehen bleibt, und einen Hemmungsfaktor (F), der bei weißen Rassen die Umwandlung des Chromogens in Melanin vollkommen verhindert. Danach erhält man die Formeln AABBFf (homozygote Karakuls) oder AaBBFf (Nr. 214) \times aaBBFF (Rambouillets), $F_1 = AaBBFf$ (schwarz) oder aaBBFf oder aaBBff (braun).

In der von homozygoten Karakulböcken stammenden F_2 -Nachkommenenschaft sind darnach unter 16 Individuum 12 schwarze von verschiedener Erformel, 1 sattbraunes (aaBBff), 2 aufgehellt braune (aaBBFf) und eines von der Farbe der Rambouillets (aaBBFF) zu erwarten. Tatsächlich wurden erhalten 5 schwarze, 1 schmutzig rotbraunes (hellbraunes) und 1 crème- oder rambouilletfarbiges Lamm, was mit den Erwartungen gut übereinstimmt.

Ferner sind bei Paarung eines braunen F_1 Bockes (aaBBFf) und eines schwarzen F_1 -Mutterschafes (AaBBFf) vier Formen (4 schwarze, 1 braunes, 2 aufgehellt braune und 1 weißes Tier) zu erwarten. Es wurden aber zufälligerweise nur 3 braune Individuen erhalten, welche sehr rasch umfärbten

und daher wahrscheinlich als „aufgehellte braune“ Tiere von der Formel aa BBff zu betrachten sind.

Am Schluß des Kapitels hebt Adametz nochmals hervor, daß sich das Schwarz der Karakuls gegenüber Weiß dominant verhält und zwar nicht bloß bei Kreuzung mit Rambouillets, sondern auch mit weißen Zackeln, Kärntner Landschafen, Rhönschafen (Kühn) und schottischen Blackface-Schafen (Wallace). Es verhält sich also entgegengesetzt der schwarzen Haarfarbe anderer Schafrassen (Davenport, Hagedoorn, White). Wenn bei den Hallenser Kreuzungen pigmentloser Merinomütter mit einem schwarzköpfigen Somalibock in F_2 einzelne „rehbraune“, oder „rotbraun wildfarbige“ Lämmer fielen, so dürfte es sich nicht, wie Henseler meint, um das Wiederauftreten der Wildfarbe handeln, sondern um braune (havannabraune) Individuen, deren Farbe ähnlich wie bei den Karakul-Rambouillet-Kreuzungen auf die Ausstattung der Merinos mit dem (kryptomeren) Braun-Faktor zurückzuführen ist.

Einen vierten Gegenstand von Adametz' Untersuchungen bildet die Erblichkeit der Hängeohrigkeit bei Karakul-Rambouillet-Kreuzungen. Die Hängeohrigkeit ist nach Adametz eine ausgesprochene Domestikationserscheinung, die hauptsächlich bei orientalischen, auf Steppen gezogenen Rassen vorkommt. Speziell für die Karakulrasse nahm Sinizin an, daß die große Stille der Steppen, die sparsame Vogelwelt und geringe Bevölkerung der Weidegebiete zu einem selteneren Gebrauch der Ohrmuscheln und zur Atrophie der *M. levatores* geführt habe und daß so auf Grund progressiver Vererbung die Hängeohrigkeit entstanden sei. Andererseits könnte man an die Wirkung der Panmixie oder auch an spontane Mutation denken. Da, wo die Hängeohrigkeit bereits vollkommen ausgebildet ist, mag sie einen gewissen Schutz gegen Zecken bieten.

Die Hängeohrigkeit ist in der nach Ohrlänge und Ohrform sehr variablen Karakulrasse ein nie fehlendes Rassenmerkmal. Nach einer vereinzelt beobachteten Adametz' ist im Zustand lebhafter Erregung (bei Kämpfen) mindestens bei einzelnen Individuum eine Aufrichtung für kurze Zeit möglich, ähnlich wie dies bei hängeohrigen Hunden vorkommt. Auch das Wohlbefinden beeinflusst die Ohrenhaltung. Die zur Kreuzung verwandten Rambouillets haben normale, wagrechte Ohren.

Unter 22 neugeborenen Kreuzungslämmern hatten 7 „mittelstark hängende“ Ohren, welche mit der durch den Ohrsprung gelegten Horizontalen einen Winkel von etwa 45° einschlossen, 13 hatten „mäßig“ bis „schwach hängende“ Ohren, bei denen der Winkel spitz war, und bei 2 war die Ohrenhaltung normal. Zwei Individuen erlangten im Laufe der Entwicklung die charakteristischen Karakulohren. Die F_1 -Generation ist also nicht uniform, sondern zeigt neben der Ohrenstellung beider Elternrassen verschiedene Übergangsstufen. Es liegt also nach Adametz, wie bei der Lockenbildung, eine unvollkommene Dominanz vor, da eine heterozygote Beschaffenheit der Stammrassen und damit eine wirkliche Aufspaltung schon in F_1 auszuschließen ist. Welche Ohrstellung als dominant anzusehen ist, ist zunächst nicht zu entscheiden.

In F_2 wurden 3 Tiere mit vollkommen hängenden, 5 mit mittelstark hängenden und 2 mit normal gestellten Ohren erhalten. Adametz glaubt darin das Verhältnis mit 1:2:1 erkennen und demnach die Vererbung der Ohrenstellung als einen besonders klaren Fall des Zea-Typus ansehen zu dürfen. Es genüge also, in diesem Falle einen einzigen Faktor anzunehmen. Der züchterische Beweis für die homozygote Beschaffenheit der extremen Form und damit für die ganze Auffassung konnte allerdings aus äußerlichen Gründen nicht gebracht werden.

Die F_3 -Generation und die Produkte von Rückkreuzungen zeigten nichts wesentlich Neues.

Die in Halle ausgeführten Kreuzungen zwischen hängeohrigen und normalohrigen Schafassen lassen nach den Abbildungen Henselers ebenfalls eine unvollkommene Dominanz in F_1 und z. T. eine sehr vollkommene Aufspaltung in F_2 erkennen. Ähnliches scheint auch bei Ziegen der Fall zu sein. Beim Pferde soll die Ohrenhaltung auf zwei Faktorenpaaren beruhen (Robertson).

Das 5. Kapitel behandelt die Vererbung der Ohrenlänge, welche bei den Karakuls ebenso wie die Breite, die Dicke und die Form der Spitze sehr variabel ist. Es wurden Schwankungen zwischen 5 und 19 cm beobachtet. Nach Sinizin soll ein Zusammenhang zwischen Ohrenlänge und Schädel- und Gesichtsbau bestehen. Tatsächlich sind längere Ohren im allgemeinen, wenn auch nicht ausnahmslos, mit Ramsnäsigkeit (konvexer Profilinie) verbunden.

Bei den benutzten Karakulböcken betrug die Länge 12—14,75, bei den Rambouillet-Müttern 8,5—9,5 cm. Bei erwachsenen Kreuzungsprodukten wurden 3 Klassen unterschieden: unter 11,5 cm (kurz), 11,5—14 cm (mittellang), über 14 cm (lang). Bei Lämmern, welche nur ein Alter von höchstens 10 Monaten erreichten, wurde die Länge nach dem Eindruck abgeschätzt.

In F_1 erscheint nicht, wie bei Castles Kaninchen, ein intermediärer Typus, vielmehr ist das Verhalten variabel. Die niedrigen Werte der Rambouilletmütter wurden in F_1 niemals, die Werte der Vätertiere wiederholt erreicht.

In F_2 wurden in 7 Fällen die Ohrenlängen des langohrigsten Elters übertroffen, in zweien die Ohrenlänge des kurzohrigsten Elters unterschritten, ein Verhalten, das für eine mendelnde Vererbung spricht und eine Polymerie der Faktoren nahelegt, in dem Sinne, wie es Lang auch für die Castleschen Kaninchen angenommen hat. Eine intermediäre Vererbung im Sinne Castles kann nicht in Betracht kommen.

Das 6. Kapitel berichtet über die Vererbung weißer Abzeichen, die von Adametz als „Domestikationszeichen“ beurteilt werden, aber bekanntlich auch bei wildlebenden Tieren auftreten (Feldhase, Reh). Beim Karakulschaf und wahrscheinlich bei den Schafen überhaupt kommen als Sitz der Abzeichen in erster Linie die obere Stirngegend („Stirnflocke“, „Stirnkappe“) und die Schwanzspitze in Betracht, seltener kommen sie an den Hinterfüßen, noch seltener an den Vorderbeinen und am Bauch vor. Auch Übergänge zur Scheckung werden beobachtet, doch werden die höheren Grade des partiellen Albinismus wegen des geringeren Wertes weißgezeichneter Lammelpzchen in den Karakulherden nicht gern gesehen und offenbar bei der Zucht ausgeschaltet.

Von den benutzten Karakulböcken hatten nur zwei (Nr. 214 und ein Schiras) weiße Schwanzspitzen. Die Rambouillet-Mütter werden, wie gleich hier vorausgeschickt werden soll, nach dem Ausfall der Kreuzungen als kryptomere Träger weißer Abzeichen angesehen.

In der F_1 -Generation trugen 22 von 27 Lämmern Abzeichen, darunter alle F_1 -Nachkommen der beiden Original-Karakulböcke 214 und 201.

Auch in F_2 kehrten die Abzeichen zum Teil wieder. Bemerkenswert ist, daß von 2 Lämmern einer Paarung w. Stirnfleck \times w. Schwanzspitze das eine die elterlichen Abzeichen summierte und verstärkte, das andere nur einige weiße Schwanzhaare besaß, ein Beweis, daß in der Hauptsache nur die Neigung zur Abzeichenbildung, nicht aber ihre besondere Ausprägung

vererbt wird. Abzeichenfreie F_1 -Tiere lieferten nur wieder Lämmer ohne Abzeichen, während ein abzeichenfreies Paar von F_2 -Eltern neben einem abzeichenfreien F_3 -Lamm ein solches mit stark entwickelten Abzeichen hervorbrachte. Andererseits wurden aus Paarungen „Abzeichen \times Abzeichen“ stets gezeichnete Nachkommen erhalten.

Adametz schließt zunächst auf eine Dominanz der „Abwesenheit der Abzeichen“, also auf Rezessivität der Abzeichen gegenüber Einfarbigkeit.

Um nun die Erscheinungen im einzelnen zu erklären, nimmt Adametz, wie erwähnt, an, daß die Rambouilletmütter an der Neigung der Bastarde zur Abzeichenbildung beteiligt sind. Denn bei der Kreuzung der nämlichen Karakulböcke mit anderen Schafrassen (Zackel- und Kärntnerschafen) treten die Abzeichen in geringerer Ausdehnung und weniger häufig bei den Bastarden auf. Ferner sollen nach A. zwei Faktoren wirksam sein: ein Einfarbigkeitsfaktor G, bei dessen Abwesenheit Abzeichen in geringerem Umfang auftreten, und ein Hemmungsfaktor H, welcher bei schon erfolgter Gefügelockerung des Plasmas die Flächenausdehnung der pigmentführenden Hautpartien noch mehr verkleinert, d. h. die Abzeichen vergrößert. Wenn dann als Erbformeln für die Karakulböcke $GgHh$ oder (für Nr. 214) $ggHh$ angenommen werden, so finden die meisten Einzelergebnisse eine befriedigende Erklärung. Nur die sehr große Zahl gezeichneter F_1 -Tiere ist nicht ohne weiteres verständlich und A. hält es für möglich, daß hier eine speziell durch Kreuzung veranlaßte Erschütterung der Plasmakonstitution, wie ich sie bei meinen Kaninchen-Kreuzungen als Ursache der Abzeichenbildung angesehen habe, mit im Spiele sei.

Im Gegensatz zu den Ergebnissen von Walther bei Pferden und von Haecker und Kuttner bei Kaninchen, mit denen die Beobachtungen am Karakulschaf im übrigen manche interessante Berührung zeigen, würde also die Vererbung der Abzeichen beim Schafe als eine mendelnde gedeutet werden können, wofern man die eingeführten Hilfsannahmen als begründet ansehen darf.

Das 7. Kapitel betrifft die Vererbung des Fettschwanzes, der nach Adametz ebenfalls als Domestikationserscheinung zu deuten ist, aber, im Gegensatz zu anderen derartigen Charakteren, eine wichtige rassenerhaltende Bedeutung und zwar als Fettreservoir während des überaus rauen Steppenwinters besitzt. Die Fettschwänzigkeit ist erblich außerordentlich stark verankert und schon beim neugeborenen Lamm durch einen faltigen, noch leeren Hautbeutel angedeutet! Beim erwachsenen Tier wird der Inhalt durch ein lockeres, fettspeicherndes Bindegewebe gebildet.

In F_1 zeigten neugeborene Lämmer und erwachsene Tiere durchweg Spuren eines Fettschwanzrestes am Schwanzursprung. Nur bei 2 Individuen, die von dem auch sonst mit starker „Individualpotenz“ ausgestatteten Bock Nr. 214 abstammten, war die Anlage deutlicher entwickelt. In F_2 wurden neben einem normalen und einem echten Fettschwanz verschiedene Zwischenstufen beobachtet. Es ist also eine deutliche Aufspaltung und Dominanz des Fettschwanzcharakters festzustellen. Vermutlich sind mehrere, jedoch wahrscheinlich nicht mehr als zwei gleichsinnig wirkende Gene beteiligt, und zwar ist anzunehmen, daß den verschiedenen Genotypen jeweils verschiedene Phänotypen (z. B. der Zusammensetzung $I^1I^2I^2$ die Qualität „mittelstark“) entsprechen. Auch die weiteren Kreuzungen, besonders die Rückkreuzungen, führten zu entsprechenden Ergebnissen.

Den letzten Gegenstand bildet die Vererbung der S-förmigen Verkrümmung der Schwanzwirbelsäule, die beim Karakulschafe regelmäßig,

wenn auch in sehr verschiedener Form als Rassenmerkmal auftritt und mit verschiedenen Defekten (Wirbelverwachsung, Ausfall der nur mit Neuralrinne versehenen „Übergangswirbel“, streckenweise Unterbrechung der Schwanzwirbelsäule durch einen häutigen Gewebsstrang) verbunden sein kann.

Die F_1 -Generation war nicht uniform: neben vollkommen geraden Schwänzen traten mäßig S-förmig gekrümmte und mäßig geknickte auf. Ein direkter Zusammenhang zwischen Schwanzkrümmung und Neigung zur Fettschwanzbildung besteht nicht. In F_2 erschien das Verhältnis gerade: geknickt: schwach S-förmig: stark S-förmig = 3:4:2:1. Es erfolgte also Aufspaltung der elterlichen Merkmale, und zwar ist offenbar das Merkmal „Krummschwanz“ dominant. In übrigen sind die Verhältnisse infolge des Auftretens mehrer Phänotypen in F_2 und des Verhaltens von F_1 , wo sichere Heterozygoten in rezessiver (geradschwänziger) Maske vorkommen, nur mittels der Annahme einer unvollkommenen Dominanz oder eines einfachen Grades von Polymerie verständlich.

Im ganzen weist also der Krummschwanz der Karakulschafe, der ja selbst, wie wir sahen, nahe Beziehungen zur Schwanzverkürzung aufweist, ein ähnliches erbliches Verhalten auf wie die Stummelschwänzigkeit der Hunde, Katzen und Mäuse, welche gegenüber der Normalschwänzigkeit ebenfalls ein dominantes Merkmal darstellt. Nur sind die Karakulschafe bezüglich des Krummschwanzes offenbar heterozygot, während die untersuchten Hunde, Katzen und Mäuse als heterozygot anzunehmen waren. Mit den Ergebnissen Davenports bei schwanzlosen Hühnern stimmen diejenigen von Adametz insofern überein, als in beiden Fällen eine unvollkommene Dominanz und eine verschiedene Vererbungskraft oder Individualpotenz einzelner Individuen anzunehmen war.

Adametz selbst hat zunächst auf eine zusammenfassende Betrachtung aller seiner Ergebnisse verzichtet. Es ist aber vielleicht erlaubt, kurz die Frage zu behandeln, ob die Ergebnisse mit der entwicklungsgeschichtlichen Vererbungsregel¹⁾ in Einklang stehen. Dies dürfte in der Tat der Fall sein.

Die Farbe als verhältnismäßig einfach-verursachtes Merkmal folgt auch bei den Schafen sehr genau der Spaltungsregel, während die weißen Abzeichen, die ich als Anomalien in der Hautwachstumsfolge der peripheren Körperteile betrachte, wie auch sonst, kompliziertere Erblichkeitsverhältnisse aufweisen. Die Karakullocke, bei deren Zustandekommen nicht bloß die Wachstumsrichtung der Einzelhaare, sondern auch eine besondere Haargruppierung in Betracht kommt, zeigt gegenüber den einfacher verursachten Haarformen des Menschen, wie zu erwarten, weniger übersichtliche Erblichkeitsverhältnisse. Die Hängeohrigkeit dürfte auf einer lokalen, autonomen Entwicklungsstörung sei es der Muskulatur, sei es des Nervensystems beruhen: Adametz findet hier einen klaren Fall des Zea-Typus! Die Ohrlänge dagegen, welche in unregelmäßiger Korrelation mit Schädel- und Gesichtsbau zu stehen scheint, zeigt eine unregelmäßigere Übertragung. Auch der Fettschwanz, der im frühen Auftreten eines faltigen Hautbeutels eine komplexe Verursachung zu erkennen gibt, und die S-Form des Schwanzes, welche, wie die mit ihr verbundenen Anomalien (Wirbelverwachsung u. a.) auf Unregelmäßigkeiten in der Vermehrungskraft und in der Wachstumsfolge beruhen muß, zeigt die Mendelsche Vererbung nur in verkappter Form und erfordert die Annahme polymerer Faktoren.

V. Haecker.

¹⁾ Verh. Naturf. Ges. Halle, 4, 1916; diese Zeitschr., Bd. 18, S. 1, 1917.

Harrison, J. W. H. Studies in the Hybrid Bistoninae. Journal of Genetics Vol. 6, 1916, S. 95—161, 4 Taf.

Harrison verfolgte und ergänzte seine Untersuchungen über die Bastardzeugung der *Bistoninae*, deren früheren Resultate er in „Lépidoptérologie comparée“ publizierte. Über Bastardzeugung im allgemeinen bemerkt er, daß Neigung zur Kopulation mit Verwandtschaft und Aussicht auf Nachkommenschaft nichts auszusetzen hat, und berichtet u. a. daß die Paarung *Anorpha populi* ♂ × *Smerinthus ocellatus* ♀ sehr leicht gelingt, aber niemals befruchtete Eier liefert, die umgekehrte dagegen äußerst schwierig ist, aber lauter fertile Eier ergibt.

Von den 46 zwischen verschiedenen Bistonarten und Hybriden versuchten Kreuzungen, die bei 44 zur Kopulation, bei 42 zur Eiablage, aber nur in 15 Fällen zu Hybriden führten, seien nur die letzteren erwähnt:

hirtaria ♂ × *pomonaria* ♀ = *pilzii* (Stdr.) ♀ legte fruchtbare Eier ab,
pomonaria ♂ × *hirtaria* ♀ = *hunii* (Obtr.) ♀ legte Eier ab,
hirtaria ♂ × *isabellae* ♀ = *arethusae* (Hsn.) ♀ legte Eier ab,
hirtaria ♂ × *lapponaria* ♀ = *wallacei* (Hsn.),
hirtaria ♂ × *rachellae* ♀ = *fletcheri* (Hsn.) nur ♂,
hirtaria ♂ × *zonaria* ♀ = *denhami* (Hsn.) nur ♂,
zonaria ♂ × *hirtaria* ♀ = *harrisoni* (Hsn.) ♀ legte Eier ab,
hirtaria ♂ × *graeccaria* ♀ = *buloveci* (Hsn.) nur ♂,
pilzii ♂ × *hirtaria* ♀ = *burrowsi* (Hsn.) ♀ legte fruchtbare Eier ab,
pomonaria ♂ × *pilzii* ♀ = *brooksi* (Hsn.) nur ♂,
hunii ♂ × *hirtaria* ♀ = *hulli* (Hsn.) ♀ legte fruchtbare Eier ab,
burrowsi ♂ × *hirtaria* ♀ = *atkini* (Hsn.) ♀ legte fruchtbare Eier ab,
hulli ♂ × *hirtaria* ♀ = „ „ „ „ „ „
burrowsi ♂ × *burrowsi* ♀ = „ „ „ „ „ „
hulli ♂ × *hulli* ♀ = „ „ „ „ „ „

Außerdem ergab *harrisoni* ♂ × *hirtaria* ♀ ein befruchtetes Ei, woraus eine Raupe hervorging, die jedoch starb. Die erzeugten Hybriden werden ausführlich in ihren verschiedenen Stadien beschrieben und besondere Aufmerksamkeit den äußeren Genitalorganen zugewandt.

Als Hauptergebnisse erwähnt Harrison:

1. Was die Zahlenverhältnisse der Geschlechter angeht, nur, daß *pomonaria* gekreuzt mit *hirtaria*-Weibchen, die aus Essex stammten, ungefähr ebenso viele Weibchen als Männchen lieferten (wie dies auch bei der umgekehrten Kreuzung der Fall war), daß aber, wenn für die *hirtaria*-Weibchen eine Rasse aus Schottland gewählt wurde, die Zahl der Weibchen unter den Nachkommen auf 7% herabsank.

2. Was die relative Fähigkeit der beiden Geschlechter zur Übermittlung der weiblichen Flügellosigkeit betrifft, fand H., daß bei den beiden Kreuzungen der *pomonaria* (deren Flügellos ist) mit *hirtaria* (in beiden Geschlechtern geflügelt), die hybriden Weibchen halbentwickelte Flügel besaßen. Aus dem gleichhohen Mittelwert in der Längenentwicklung dieser Flügelrudimente bei den reziproken Kreuzungen schließt H. auf eine gleichgroße Potenz der beiden Geschlechter von *pomonaria* in der Übertragung der Flügellosigkeitsanlage.

3. Die Rückkreuzung der zwei *hirtaria* × *pomonaria*-Hybriden (*pilzii* Staud. und *hunii* Obtr.) mit den Elternarten, ergab für beide, in dem Fall: *hunii* ♂ oder *pilzii* ♂ × *hirtaria* ♀, das nämliche Resultat, ausschließlich Nachkommen von reiner *hirtaria*-Form mit einer einzigen Ausnahme, wo eine ver-

krüppelte Zwischenform herauskam. Die fortgesetzte Zucht mit reinen *hirtaria* ergab hunderte von lauter *hirtaria*-Nachkommen.

Harrison glaubt dieses Resultat aus den Zahlenverhältnissen der Chromosomen erklären zu können, und kommt dabei zu dem mit seinen früheren Auffassungen strittigen Schlusse, daß Hybridisierung schließlich zu der Entstehung neuer Arten führen kann.

4. Aus der Ähnlichkeit der *hirtaria-isabellae*- und *hirtaria-pomonaria*-Hybriden und ihrer Verschiedenheit von den unter sich ebenfalls ähnlichen *hirtaria-laponaria* und *hirtaria-zonaria*-Hybriden schließt Harrison auf die größere Verwandtschaft zwischen *isabellae* und *pomonaria* einerseits, *laponaria* und *zonaria* andererseits, wozu auch andere Erwägungen ihn führten. Statistisch glaubt er diese Schlußfolgerungen stützen zu können durch die Vergleichung der mittleren Flügellänge bei den hybriden ♀.

Aus der relativen Fruchtbarkeit der bei der Rückkreuzung der 1. *hirtaria* × *isabellae* ♂♂ und 2. *hirtaria-pomonaria* ♂♂ mit *hirtaria* ♀♀ erhaltenen Eier (0% für 1., 3% für 2.) schließt H., daß *isabellae* sich weiter von der vermutlichen gemeinschaftlichen Stammform *hirtaria* differenziert hat als *pomonaria*. Aus denselben Gründen schließt H. auf die nähere Verwandtschaft von *laponaria* und *zonaria*, wobei er die Verwandtschaft der ersten Form mit *pomonaria* für inniger hält als diejenige der zweiten.

5. Die Übermittlung des männlichen Melanismus bei der *hirtaria-isabellae*-Kreuzung erklärt H. durch die Übertragung der neu erhaltenen Tendenz zu Melanismus durch die weiblichen Hybriden auf ihre männlichen Nachkommen.

6. Die Kreuzung von *Poecilopsis rachelae* aus Nordamerika mit *hirtaria* ergab nur wenige fruchtbare Eier, aus denen nur eine einzige ♂ Hybride gezüchtet werden konnte, während mehrere Raupen verküppelt waren. Die Kreuzung *hirtaria* ♂ × *laponaria* ♀ dagegen ergab 50% fertile Eier, aus denen zahlreiche gesunde, obwohl sterile Hybriden hervorgingen. Dieser physiologische Unterschied zwischen zwei morphologisch kaum zu unterscheidenden Formen wie *rachelae* und *zonaria* erklärt H. durch die längere und weitere räumliche Trennung von *rachelae*.

J. F. van Bemmelen, Groningen.

Mitsuharu Jshikawa. A List of the number of chromosomes. Tokyo Botanic. Magaz. vol. XXX, p. 404—448, 32 Fig. 1916.

Ref. möchte kurz auf diese eingehende Zusammenstellung aller bekannten Chromosomenzählungen hinweisen, die noch ohne Kenntnis der Zusammenfassung seitens des Ref. (in Progr. rei. bot. V, 1915) vorgenommen ist. Im großen und ganzen herrscht eine völlige Übereinstimmung für die Literatur bis 1914; relativ sehr wenige Zahlenangaben der Sammlung des Verf. finden sich nicht bei Ref. und umgekehrt.

Berücksichtigt man unsere beiden Listen nebeneinander, so kann man jetzt wohl nahezu vollständig sich über jede Chromosomenzählung, die irgendwo in der Literatur niedergelegt ist, orientieren.

Außerdem bringt Verf. für die Zeit von 1914—1916 die im „feindlichen Ausland“ publizierten Chromosomenzählungen. Man staunt, wie sehr namentlich die Landsleute des Verf. dabei beteiligt sind. Dazu wird eine große Reihe von Zählungen zum ersten Male gebracht, sowohl vom Verf. selbst als auch von Fachgenossen des Verf. vorgenommen. Für erstere bringt Verf. kurz die Beleg-Abbildungen.

Ref. möchte von neueren Funden vor allem die bei den Violaceen und bei den Compositen herausgreifen. Erstere, weil die meisten Spezies in eine Reihe mit 6, 12, 24, 36 Chromosomen geordnet werden können (nur 3 mit 10 Chr. und eine mit 13 machen eine Ausnahme), letztere, weil sie zeigen, daß hier in einer Familie ungewöhnlich viel verschiedene Zahlen vorhanden sind. Das wußte man freilich längst und Ref. hat (a. a. O. S. 204) darauf auch besonders hingewiesen. Aber seitdem hat Winge gemeint, wenigstens für gewisse Unterfamilien Gesetzmäßigkeiten ableiten können. So sollten die Heliantheen durchweg Chromosomenzahlen haben, die 8 oder ein Multiplum von 8 ergeben. Die neuen Zählungen des Verf. stimmen aber nun gar nicht damit: *Xanthium* hat 18, *Wedelia* 15, *Zinnia* 12, *Helianthus* 17 Chromosomen, und wenn wir Gattungen, wie die schon länger untersuchten *Crepis* und *Hieracium* oder die jetzt neu vom Verf. studierte *Lactuca* betrachten (hier finden sich bisher die Zahlen 5, 5, 5, 5, 8 (oft 7), 8, 9, 9, 12 (oft 11), 24), so wird man vorläufig leider noch von einer Generalisierung in irgend einer Hinsicht absehen müssen.

Verf. beabsichtigt selbst, in einem zweiten Teil die Chromosomenzählungen phylogenetisch zu verwerten. G. Tischler.

Winge, Ø. Studier over Planterigets Chromosomal og Chromosomernes Betydning. (Dissert. Kopenhagen) 143 pp. 1 Taf. 46 Fig. 1917.

Im Anschluß an des Ref. Aufsatz über Chromosomenzahlen im Progr. rei bot. (V p. 164 pp.) hat Verf. in der vorliegenden umfangreichen Arbeit viele Fragen berührt, die die Ausführungen des Ref. zu erweitern bestimmt sind, und dabei auch eine größere Reihe neuer tatsächlicher Feststellungen mit verwertet.

Er geht zunächst von solchen Organismen aus, die eine scharfe Sonderung in Kern und Cytoplasma völlig oder doch wenigstens in gewissen Lebensabschnitten vermissen lassen, den ihm aus eigener Erfahrung bekannten Plasmodiophoraceen (mit ihren „akaryotischen Stadien“) und der zu den niederen Ustilagineen gerechneten Entorrhiza Raunkiaeriana. Für letztere glaubt er — teilweise im Gegensatz zu seiner früheren Ansicht — die sehr merkwürdige Tatsache konstatieren zu müssen, daß in den Sporen die Kerne chromatinfrei sind und chromosomengleiche Gebilde — keinesfalls mit „Chondriosomen“ zu verwechseln — im Plasma außerhalb des Kerns sich befinden. Sie teilen sich durch Längsspaltung, bleiben zeitweise durch „Linin“-Fäden verbunden und ihre Zahl wurde in älteren Sporen auf ca. 30 bestimmt.

Im Gegensatz zu diesen primitiven Organismen sind bekanntlich die Chromosomen bei allen übrigen Pflanzen an den Kern gebunden. Verf. wirft eine Anzahl Probleme auf, wie die Chromosomenforschung hier für allgemeine biologische Fragen anderer Art nutzbar gemacht werden könne. Bei dem Problem des event. Zusammenhanges zwischen Chromosomenzahl und -Form einerseits, systematischer Verwandtschaft andererseits vermißt Ref. die Nennung der erst nach Abschluß seines Progr.-Artikels herausgekommenen Untersuchungen von Delaunay über Muscari (Mém. Soc. Nat. Kiev vol. 25, 1915), die — wenigstens nach Referaten zu urteilen — sehr wichtige Resultate ergaben. Bezüglich der Richtigkeit der meisten Chromosomenzählungen äußert sich Verf. nach Ansicht des Ref. etwas zu skeptisch, wenngleich auch Ref. immer betont hat, daß eine große Anzahl von Literaturangaben eine Nachuntersuchung nötig haben wird. So ist es Verf. nicht ohne weiteres klar, daß viele „schöne“ Zahlen wie 8, 12, 16, 6 usw. tatsächlich so sehr

die übrigen überragen. Oft wäre wohl nur der „Wunsch der Vater des Gedankens“! In einer Tabelle stellt nun Verf. — ohne Namensnennung im einzelnen — von 200 ihm relativ sicher erscheinenden Zählungen die Häufigkeit für die einzelnen Fälle dar. Es ergab sich dabei (p. 35)

„Chromosomtallet 6 (2. 3)	med 16 Arter
— 8 (2. 2. 2)	„ 53 „
— 9 (3. 3)	„ 15 „
— 12 (2. 2. 3)	„ 52 „
— 16 (2. 2. 2. 2)	„ 21 „

Disse fem Tal maa alsa paa Basis af det foreliggende Materiale betragtes som de hos højere Planter hyppigst forekommende Chromosomtall, idet dog atter af disse 8 og 12 er langt hyppigere end de øvrige“.

Innerhalb einzelner Verwandtschaftsreihen ist nach Verf. doch eine größere Gesetzmäßigkeit zu beobachten, als Ref. dies dachte. Als Beispiele findet er unter den Compositen die Heliantheen (mit der „Grundzahl 8“) und die Anthemideen (mit der „Grundzahl 9“). Die genannten Werte sind für die

Anthemideen

Anzahl Arten	9	1	1	1	1	1
Chromosomzahl	9	18	24	(?)	27	36 45

(Hier ist schon die Arbeit Taharas über *Chrysanthemum* berücksichtigt, die zur Zeit, als Verf. seine Abhandlung schrieb, noch nicht bekannt war).

Heliantheen

Anzahl Arten	3	1	2	1	3
Chromosomenzahl	8	14	16	16	(?) 32

Die ganz wenigen aus der Reihe „herausfallenden“ Zahlen müßten nach Ansicht des Verf. nachuntersucht werden, denn als Regel gilt ihm „Verwandte Arten haben verwandte Chromosomenzahlen“.

Vielfach scheint das — zum mindesten für das Gros der Familie — auch zu stimmen, so kommt den Liliaceen die Grundzahl 4, den Convallariaceen ebenso 6 zu (die zahlreichen Ausnahmen, die von Cl. Müller — allerdings an vegetativen Mitosen — gezählt wurden, erwähnt Verf. nicht), den Onagraceen 7, den Thymelaeaceen 9, den Solanaceen 6, den Polygonaceen 4, den Rosaceen 8 und 6. Ein Beispiel, in dem — entgegen der vorhandenen Literatur — des Verf. Regel auch brillant stimmt, liefern nach eigenen Studien des Verf. die Chenopodiaceen. Er zählte nämlich für *Chenopodium album*, *Ch. hybridum*, *Ch. murale*, *Ch. vulvaria*, *Beta vulgaris*, *Atriplex hastatum*, *Atr. littorale*, *Bassia hirsuta* 9, für *Chenopodium Bonus*, *Henricus* und *Atriplex patulum* 18, für *Spinacia oleracea* (wie Stomps) 6. Ref. möchte noch hinzufügen, daß auch *Hablitzia tamnoides* (nach Dahlgren 1916) 9 Chromosomen zählt. Verf. will die Zählungen in dieser Familie noch auf andere Arten ausdehnen.

Im übrigen bringt Verf. eine größere Anzahl von eigenen Zahlenangaben aus den verschiedensten Familien, die Ref. nachfolgend kurz nennen will. So hat *Polystichum falcatum* ca. 80 Chromosomen (dagegen hat Allen 1911, was früher Ref. und jetzt Verf. entgangen ist, hier nur 60—65 gezählt), *Anemone nemorosa* 12, *Chelidonium majus* ebenso wie dessen „Mutant“ *laciniatum* 6 (nicht 8, wie Bönicke glaubt). *Alliaria officinalis* 18—20, *Platanus acerifolia* (= *P. orientalis*) 21, *Callitriche verna* 16, *Staphylaea pinnata* 12 (*St. trifoliata* hat nach Mottier 36), *Gunnera chilensis* ca. 12 (ebenso wie nach Samuels *G. macrophylla*), *Hippuris vulgaris* 16 (ebenso wie Juel zählte), *Cornus*

glabrata 12, *C. candidissima* 8—9, *Anthriscus silvester* 8 (auch Petersen zählte 1915 hier 7—8), *Aegopodium Podagraria* ca. 20, *Myosotis micrantha* ca. 18—20, *M. versicolor* ca. 30, *Sambucus nigra* und einige Varietäten (ebenso wie Lagerberg und Bönicke) 18, *Bellis perennis* 9.

Des Verf. Schluß ist nach Berücksichtigung eigener und fremder Studien, daß die Chromosomenzahlen für kleinere systematische Einheiten direkt zur Verwandtschafts-Erkennnis mit heranzuziehen sind!

Im nächsten Abschnitte geht Verf. nun dazu über, zu prüfen, wie die verschiedenen Chromosomenzahlen in einer systematischen Gruppe auftreten könnten. Er unterscheidet zunächst als „Philozygotie“ die Fälle der normalen Befruchtung, bei der die ♂ und ♀ Chromosomen in der Zygote gut „zusammenpassen“ und bei der Gametenbildung der F_1 -Generation paarweise kopulieren. Von diesen weichen aber die „pathozygotischen“ Fälle ab: hier ist letzterer Vorgang nicht mehr möglich, die Chromosomen bleiben nebeneinander, und die Diploidie hält auch für die Gameten an. Als Folge davon kann entweder eine F_2 -Generation resultieren, die tetraploid mit normaler Geschlechtlichkeit ist, oder eine solche, deren Tetraploidie mit Apogamie verknüpft ist. Der Gedanke ist so hübsch, daß ich die Tabelle (auf p. 73) reproduzieren will, die uns z. B. über solche Reihen wie die von Tahara für *Chrysanthemum* gefundenen aufklären kann:

	A. 9a	B. 9b	C. 9c	Chromosomal. 9
„ x =				
den primaere Zygote				
$A \times B$ faar:	9a	9b		—
Ved kløvning af disse (indirekte Chromosombinding) i $A \times B$ fremkommer:	$9a + 9b$			—
Efter Reduktion i $A \times B$ faar Gameterne:	$2 \times 9a + 2 \times 9b$			—
Primaerzygoten $D \times C$	$9a + 9b$ (ny Art D)			18
in de holder dernæst:	$9a + 9b + 9c$			—
Ved kløvning af disse (indirekte Chromosombinding) faar $D + C$	$2 \times 9a + 2 \times 9b + 2 \times 9c$			—
Efter Reduktion i $D \times C$ faar Gameterne:	$9a + 9b + 9c$ (ny Art E)			27

Dann wären also die höherchromosomigen „Arten“ auf ursprüngliche Spezies-Bastarde zurückgeführt und Verf. schlägt vor, man solle mikroskopisch festzustellen suchen, ob nicht auch in der Chromosomenform noch die verschiedenen Partner sich erkennen lassen. Vor allem aber würde auch für die „apogamen“ resp. „parthenogenetischen Arten“ mit erhöhter Chromosomenzahl das gleiche Raisonement gelten. Es sind ursprüngliche Speziesbastarde, die nur in F_2 nicht mehr ♀ oder ♂ oder beiderlei Gameten bilden können. Sie behalten ihre „Tetraploidie“, wenn die Großeltern diploide Organismen waren. Von größtem Interesse war es für Ref., daß ganz der gleiche Gedanke von Ernst in dieser

Zeitschrift (Bd. XVII, 1917) unabhängig vom Verf. ausgesprochen wird, und hier ist sogar in Aussicht gestellt, für die oöapogame (resp. somatisch-parthenogenetische) *Chara crinita* die These zu beweisen. Auch Ref. glaubt, daß der von Winge und Ernst ausgesprochene Gedanke außerordentlich fruchtbar werden kann. Neben Philo- und Pathozygotie spricht Verf. noch von Misozygotie, wenn die ♂ und ♀ Chromosomen überhaupt nicht mehr in einem Kern harmonisch nebeneinander Platz haben. Da kann es sich höchstens um ein Nebeneinander in der Zelle handeln, wie in manchen Chimären (z. B. den Mixochimären). —

In *Callitriche verna* lernte Verf. eine Pflanze kennen, die trotz anscheinender Spezies-Reinheit zahlreiche Unregelmäßigkeiten bei der Pollenbildung aufwies: versprengte Chromosomen, Kleinkerne usw. Verf. ist geneigt, dies auch für seine These zu deuten, daß wir hier eine „ursprüngliche Hybride“ vor uns haben, die dann zur „stabilen Art“ geworden ist. Wenn Verf. aber die zurückbleibenden Chromosomen mit „Heterochromosomen“ bezeichnet, so möchte Ref. da protestieren. Dieser Ausdruck ist doch von den Zoologen so für gewisse — offenbar mit der Determination des Geschlechts zusammenhängende Chromosomen — vergeben, daß die Ausdehnung, wie sie Verf. vorschlägt, Konfusion erregen könnte. Denn kaum wird man sich dazu entschließen wollen, die bekannten — zu Sonderkernen werdenden — Chromosomen bei vielen sterilen Bastarden mit dem gleichen Namen zu belegen, besonders, da die Zahl dieser „unregelmäßigen“ Chromosomen von Zelle zu Zelle wechselt.

Ganz auf theoretischem Boden steht das folgende Kapitel: Persistenz der Chromosomen und Bedeutung für die Erblichkeitslehre. Ja, hier meint Ref., Verf. habe des Hypothetischen ein wenig zu viel gebracht. Aber da wir vorläufig ohne Hypothesen leider überhaupt nicht weiter kommen und eigentlich bisher die — doch auch reichlich hypothetische — „Chiasmotypie“ als einziger Erklärungsgrund vorgebracht ist, möchte Ref. den Gedanken-gang des Verf. ausführlich referieren.

Verf. nimmt zu der Frage Stellung, ob die Chromosomen während der Diploid-Phase und noch mehr während der Synapsis unverändert bleiben oder nicht, und damit zu dem Zentralproblem der Erblichkeitslehre, ob die Gameten tatsächlich „rein“ oder „unrein“ sind. Ref. hat ja schon des öfteren erklärt, daß ihm wie Morgan und seiner Schule entgegen der herrschenden Ansicht eine Veränderung der Chromosomen nicht unmöglich erscheint, auch wenn er sich bewußt ist, daß ein Beweis dafür noch aussteht. Verf. ist der gleichen Ansicht und er sucht uns das auf folgende Weise verständlich zu machen. Nehmen wir an, die Chromosomen beständen aus folgenden Bestandteilen, deren jedes ein Gen repräsentiert:

♀ aus a, b, c, d, e, f, g, h, i,
 ♂ — a, x, c, d, e, f, g, y, i,

(das sollen nur minimale Unterschiede sein, wie sie bei Fremdbefruchtung öfter vorkommen mögen).

Nun soll („Erste Hypothese!“) während der Diplophase von beiden Chromosomen etwas „verloren gehen“, so daß zur Zeit der Gametenbildung a, b, — d, e, f, g, h, i und b, x, c, d, e, f, — y, i wären. In der Parallelkonjugation würden dann (zweite Hypothese!) die Chromosomen etwas von ihren gegenseitigen Bestandteilen austauschen, „saaledes at det hanlige Chromosom afgiver en del af c til det hunlige og dette omvendt en Enhed g til det hanlige. Herefter skilles (Forældre)-Chromosomerne paany fra

Pilosella haben wir Aposporie, d. h. die diploiden Embryosäcke resultieren aus Nucelluszellen, innerhalb der Sectio *Archieracium* dagegen Ooapogamie resp. somatische Parthenogenese. Sexuelle Arten kommen daneben in beiden Sektionen vor. Was das männliche Geschlecht anlangt, so haben wir bei *Pilosella* die Pollenentwicklung ganz normal mit Reduktionsteilung und Geminibildung, während bei *Archieracium* eine allmähliche Ausschaltung der Reduktion, eine Art Übergang von Haploidie zu Diploidie statthabte.

Das wichtigste Resultat des Verf. ist unzweifelhaft das, daß zahlreiche der von den Floristen als gute Arten unterschiedenen Species zytologisch als Bastarde aufgefaßt werden müssen. Und wir erhalten so ganz unabhängig von Winge und Ernst zum dritten Mal die Hypothese, wonach Geschlechtsverlust und erhöhte Chromosomenzahl auf Artkreuzungen zurückzuführen sein dürfte. Hier wird in einigen Fällen der Beweis besonders einleuchtend, da die hypothetischen Eltern in ihren Chromosomenzahlen differieren konnten. So hat gleich *Hieracium excellens* somatisch 42 Chromosomen, bei der Reduktionsteilung sowohl der Pollen- wie der Embryosack-Mutterzellen traten aber 18 Gemini (nicht wie früher angegeben 17) und daneben noch 6 ungepaarte Chromosomen auf. Letztere können in verschiedener Menge in die Dyadenkerne eingehen und so deren Chromosomenzahlen ungleich machen. Das entspräche also dem *Drosera*-Schema. Aber im Gegensatz zu dem *Drosera*-Bastard sind die ♀ Geschlechtszellen bei *Hieracium excellens* fertil geblieben. Kreuzt man sie mit dem Pollen anderer Hieracien (z. B. von *H. Pilosella*), so besitzen die Hybriden in F_1 recht sonderbare und variable Chromosomenkombinationen. Reife Pollenkörner werden bei *Hieracium excellens* nicht mehr gebildet, nach der Tetradenteilung erfolgt vielmehr allmähliche Degeneration.

Bei *Hieracium aurantiacum* ist die somatische Chromosomenzahl ca. 36, in den Pollen-Mutterzellen bei der Reduktion wurden aber nicht immer nur 18 Gemini gesehen, da sich nicht alle „Partner“ gegenseitig binden und immer einige ungepaart übrig bleiben. Die Chromosomenzahlen der entsprechend ungleich großen Pollenzellen sind demnach sehr variabel; es wurden 14, 15, 17, 18, 19, 22 gezählt. Die Pollenkörner konnten aber gut zu Kreuzungszwecken benutzt werden. Und bei den verschiedenen Kombinationen (*H. auricula* \times *aurantiacum*, *H. Pilosella* \times *aurantiacum*, *H. excellens* \times *aurantiacum*) mußten demgemäß die einzelnen Individuen in F_1 verschiedene Chromosomenzahlen haben.

Selbst *Hieracium Pilosella* mit seinen 18 haploiden Chromosomen zeigt bei der Teilung der Embryosack-Mutterzelle genau solche Unregelmäßigkeiten wie *H. excellens* und *aurantiacum*. Nur *Hieracium auricula* mit konstant 9 haploiden Chromosomen hat ganz reguläre Reduktionsmitosen. Dieses können wir zytologisch allein als „gute Art“ betrachten, während *H. excellens* ein Bastard aus ungleichchromosomigen, *H. aurantiacum* und *H. Pilosella* aus gleichchromosomigen Eltern sein dürften.

Verf. gibt darauf eine eingehende Schilderung der einzelnen Hybriden. Der Bastard zwischen dem „diploiden“ *H. auricula* und dem „tetraploiden“ *aurantiacum* folgte ganz dem *Drosera* Schema mit seinen überzähligen ungepaarten Chromosomen; der zwischen den beiden „tetraploiden“: *Pilosella* und *aurantiacum* hatte aber mehr Chromosomen, als nach der Kombination $18 + 18$ zu erwarten war. Hören wir doch, daß die gewählten Elter-Individuen selbst die 18-Zahl nicht streng einhielten. Die „ungepaarten“ Chromosomen bedingten offenbar auch das wechselnde Aussehen der einzelnen F_1 -Exemplare.

Bei den beiden Hybriden *H. excellens* \times *aurantiacum* und *H. excellens* \times *Pilosella* verhielten sich die Einzelindividuen zytologisch sehr different. Je

eine der untersuchten Pflanzen hatte konstant nur 18 Gemini und regelmäßige Reduktionsteilung; hier waren die Extra-Chromosomen also alle aus den Keimzellen der Eltern entfernt gewesen.

Dafür zeigten andere Pflanzen außer den 18 Gemini noch variable den ungepaarten entsprechende Chromosomen und, was besonders interessant war, unter diesen hatten sich einige wieder noch zu Paaren zusammengeschlossen, während andere allein geblieben waren. Das läßt doch auf Homologien innerhalb der „Extra-Chromosomen“ und damit auf ihre qualitative Ungleichwertigkeit schließen. Verf. nennt diesen Typus: $(2x + y + n) \times (2x + y)$.

Ein aus Lyon stammendes „*Hieracium auricula*“ der Ostenfeldschen Kulturen war jedenfalls auch ein Bastard, da außer den 9 Gemini sich wieder noch 9 ungepaarte Chromosomen zeigten.

Ganz anders nun verhält sich die Untergattung *Archieracium*. Die hier beobachteten asexuellen Arten haben, wie wir hörten, durchweg Ooapogamie bzw. somatische Parthenogenesis. Und bei der Pollenbildung kann sich an Stelle der „Reduktions“- die „halb-heterotypische“ Teilung einfinden.

Die vom Verf. hier behandelten „Spezies“: *H. boreale*, *H. laevigatum*, *H. lacerrum*, *H. pseudo-illyricum* haben somatisch 27 Chromosomen, d. h., man darf sie als triploid ansehen. Eine Minderzahl von Arten mit 36 Chromosomen (Verf. behandelt sie hier noch nicht) wäre dann tetraploid.

Unter den triploiden Formen, die wohl einer Bastardierung von haploiden und diploiden Sexualzellen die Entstehung verdanken, schließt sich *H. boreale* noch am meisten dem normalen Typus mit Reduktion an: es wird wenigstens immer noch eine (variable) Anzahl von Gemini gebildet. *H. laevigatum* und *lacerrum* haben kaum mehr Anklänge an eine meiotische Teilung außer in der charakteristischen Form der Chromosomen, die an die einer normalen Diakinese erinnern. Eine Paarung tritt aber nicht mehr ein, ungefähr die eine Hälfte geht an den einen Pol, die andere an den entgegengesetzten. Doch konnten die Zahlen für beide Tochterkerne auch ungleich sein. Öfter vermochte der Kern von dem diakineseartigen Stadium ohne weiteres in eine Interkinese überzugehen und unter typischer Chromosomen-Längsspaltung eine normale homöotype Mitose mit unreduzierter Zahl zu zeigen. Das wäre also schon eine ziemlich weitgehende Analogie mit den Verhältnissen im Embryosack. Und *Hieracium pseudo-illyricum* endlich hat nun völlig die somatische Teilung und damit ein genaues Analogon zu den Verhältnissen im ♀ Geschlecht.

Recht merkwürdig war die Erscheinung, daß bei *H. laevigatum* und *lacerrum* in einigen Blüten, in denen sich nicht alle Pollen-Mutterzellen auf einmal teilten, die zuletzt sich teilenden wieder eine teilweise Geminibildung hatten, die sonst nicht mehr vorkam.

In zusammenfassenden Abschnitten behandelt Verfasser nochmals die Chromosomenzahl, die Geminibildung und die halb-heterotype Teilung bei *Hieracium*. Er diskutiert dabei auch die Entstehung der verschiedenchromosomigen „Spezies“ und kommt zu dem von uns schon eingangs erwähnten Resultat, daß wir es mit Bastarden zu tun haben. Auch bezüglich der Ursache ihrer Polymorphie können wir jetzt klarer sehen, da sie ja wechselnde Chromosomenzahlen haben. Er erwähnt noch, daß er auch eine apogame Form von *Hieracium umbellatum* untersucht habe, die anstatt der normalen 18 diploiden 27 Chromosomen besaß. Sie ist wohl sicherlich gleichfalls durch Kreuzung einer diploiden und einer haploiden Keimzelle entstanden.

Wir dürfen auf die Fortsetzung der *Hieracium*-Studien des Verfassers gespannt sein.

G. Tischler.

O. Liehr. Ist die angenommene Verwandtschaft der Helobiae und Polycarpicae auch in ihrer Zytologie zu erkennen? Beitr. z. Biolog. d. Pflanz., Bd. 13, S. 135—220, Taf. III—VI, 1916.

In der modernen Systematik hat man bekanntlich aus vielfachen Gründen angenommen, daß, wenn überhaupt die Monokotylen sich von den Dikotylen phylogenetisch ableiten lassen, dies nur von den Polycarpicae aus möglich ist. Verf. versuchte nun festzustellen, ob auch irgendwelche zytologische Argumente dafür sprechen. Aber das Ergebnis war rein negativ: hinsichtlich der Ruhekerne wie der Mitosen ließen sich zwar Ähnlichkeiten nachweisen, aber keine waren davon so charakteristisch, daß sie erlaubten, die beiden genannten Gruppen besonders eng zusammenzuschließen. „Es hat sich bei den untersuchten Objekten in den karyokinetischen Stadien kein einziger durchgehender und markanter Zug gefunden; die Kerne der untersuchten Pflanzen verhalten sich also in Ähnlichkeiten und Unterschieden nicht anders, als die irgendwelcher anderen Blütenpflanzen.“

Geprüft wurden ausschließlich vegetative Gewebe, und zwar solche aus dem Meristem der Wurzelspitzen bei *Alisma Plantago*, *Sagittaria sagittifolia*, *Butomus umbellatus*, *Ranunculus reptans*, *Nymphaea alba* und *Nuphar luteum*. Das erscheint dem Ref. viel zu einseitig, die Fortpflanzungszellen hätten mindestens zum Vergleich herangezogen werden müssen. Denn in somatischen Zellen sind öfters gerade die Einzelheiten der Mitose nicht so klar zu verfolgen, insbesondere treten die Chromosomen nicht so frei heraus wie in der sexuellen Sphäre. Und Ref. glaubt denn auch, daß gleich die Chromosomenzählungen des Verfassers zu niedrige Werte ergaben. *Alisma* soll 12, *Sagittaria* und *Butomus* 16, *Ranunculus* 8, *Nymphaea* 48 diploide Chromosomen haben, also haploide demnach 6, 8, 4 und 24. Verf. hat aber nicht berücksichtigt, daß für *Butomus* ganz sicher nicht 8, sondern (nach Holmgren, 1913) 11—12, für *Nymphaea* nicht 24, sondern (nach Guignard, 1887) 32 oder (nach Strasburger, 1899) 48 bereits gezählt sind und daß für die Ranunculaceen, mit Ausnahme sehr zweifelhafter Angaben von Guignard für *Clematis* und von Souèges für *Ficaria*, stets höhere Werte als 4, nämlich 8, 12, 24 gefunden wurden.

Im einzelnen hat sich Verf. weitgehend mit den neueren ausführlichen Studien von Lundegårdh über pflanzliche Karyokinese auseinandergesetzt, auch den guten von diesem Autor eingeführten Gesamtterminus für die „disperse Substanz“ der den Nukleus zusammensetzenden Kolloide: Karyotin angewendet. Auch Ref. ist überzeugt und hat dem schon früher Ausdruck gegeben, daß sich die vormalis meist angenommene Scheidung von „Chromatin“ und „Linin“ nicht streng durchführen läßt, bezw. daß man es hier nur mit wechselnden Zuständen einer und derselben Substanz zu tun hat.

Die rein zytologischen Befunde braucht Ref. in dieser Zeitschrift nicht aufzuführen. Nur sei erneut gegen die Verwendung des Namens „Karyosom“ im Lundegårdhschen Sinne protestiert, der ihn für die „Chromatin“- resp. Karyotin-Zentren im ruhenden Kern und der Interphase anwendet. Unter „Karyosom“ versteht man nun einmal seit langem den „Chromatinnukleolus“ der Protisten und es ist kein Grund ersichtlich, ihn jetzt auf ganz Heterogenes zu übertragen. Von Interesse für die Individualitätsfrage der Chromosomen ist, daß Verf. wie Lundegårdh bei Pflanzen mit kurzen Chromosomen relativ gut ausgebildete Karyotinzentren, dagegen bei langen Chromosomen zahlreichere und kleinere, chromatisch färbbare Ansammlungen sah. Die prophasische Längsspaltung wird in ihrem Zeitpunkt als schwankend angenommen, niemals aber, wie das Lundegårdh für seine Objekte glaubt, schon in den Ruhekerne gesehen.

Über die Frage der Bedeutung des Nukleolus für die Kernbiologie kommt Verf. zu keinem eindeutigen Resultat. Nur meint er, daß die Haeckersche Anschauung, der sich auch Lundegårdh anschloß, wonach der Nukleolus eine Art „unbrauchbaren Kernsekrets“ darstelle, die unwahrscheinlichste sei. Das ist ja im Einklang mit der Meinung der Autoren, die seitdem über die Nukleolarsubstanz gearbeitet haben, nämlich Artur Meyer und Schürhoff.

Die Disposition der Arbeit ist sehr wenig klar. Im „allgemeinen Teil“ finden sich eine Menge Angaben, die in den „speziellen“ gehören, z. B. alle Daten über die späteren Stadien der Mitose. G. Tischler.

Jeffrey, E. C. 1916. Hybridism and the rate of evolution in Angiosperms. The Americ. Natural. 50, S. 129—143.

Eine vorläufige Mitteilung von Untersuchungen über die Beziehungen zwischen teilweiser Pollensterilität und großer Vielförmigkeit der verschiedenen Arten von Angiospermen. Verfasser sieht in der mehr oder weniger großen Pollensterilität einer Art Anzeichen für mehr oder weniger häufig in ihrer Vorfahrenreihe vorgekommene Artkreuzungen, und kommt zu der Feststellung auf Grund der Durcharbeitung einer Reihe von Gattungen — daß gerade die durch Vielförmigkeit, große Artzersplitterung, ausgezeichneten Gattungen oder Gattungssektionen z. B. gewisse *Rubus*-, *Oenothera*- und *Rosa*-Sektionen durchweg auch teilweise verkümmerte Pollenkörner aufweisen. Arten dagegen aus Gattungen oder Gattungssektionen, zu denen nur wenige und gut unterscheidbare Arten gehören, haben durchweg gut ausgebildeten Pollen. Das legt den übrigens schon oft ausgesprochenen Gedanken nahe, daß Artkreuzungen die Ursache der Vielgestaltigkeit dieser Gattungen oder Gattungssektionen sind. Verfasser findet ferner, daß einzelne Arten aus einer sehr vielgestaltigen Artengruppe, die ein von andern verwandten Arten getrenntes Verbreitungsgebiet haben, ganz oder fast ganz normalen Pollen aufweisen. Verfasser sieht dementsprechend in Artkreuzungen einen sehr wesentlichen Faktor der Evolution. Baur.

C. Mez und L. Lange. Serodiagnostische Untersuchungen über die Verwandtschaft innerhalb der Pflanzengruppe der Ranales. Beitr. z. Biol. d. Pflanzen, 12, S. 218—22.

L. Lange. Serodiagnostische Untersuchungen über die Verwandtschaften innerhalb der Pflanzengruppe der Ranales. Diss. Königsberg 1914. 127 Seiten.

Die Anwendung der Präzipitations- und Konglutinations-Methoden führte Verf. im wesentlichen zu folgenden Ergebnissen:

Die Ranales bilden eine geschlossene Gruppe, die direkt auf die Pinaceae und durch diese auf die Selaginellaceae zurückgeht. Die alleinige serodiagnostische Verbindung zu den Pinaceae, zugleich auch zu den Alismataceae und hiermit zu den Monokotylen geschieht durch die Magnoliaceae, die unter den Ranales also eine primäre Stellung einnehmen. Diese erweist sich auch durch nur schwache Reaktion mit höherstehenden Familien: Resedaceae, Violaceae, Gistaceae, Rosaceae, die serodiagnostisch mit den weiter entwickelten Ranales in enger Verbindung stehen.

Mit den Nymphaeaceae gaben nur Ranunculaceae Reaktion, die Verwandtschaft ist aber entfernter als die zu den Magnoliaceae. Die Nymphaeaceae erwiesen sich auch mit Anonaceae und Aristolochiaceae verwandt, denen

sie aber aus anatomischen Gründen nicht direkt beizuordnen sind. — Für die Monokotylen ist die Abzweigung oberhalb der Magnoliaceae zwischen diesen und den Ranunculaceae wahrscheinlich. Unterhalb der Magnoliaceae ist dieselbe nicht möglich, weil keine Serumreaktion zu den Gymnospermen hin besteht, andererseits aber solche zu den Anonaceae und Aristolochiaceae auftritt.

Die Calycanthaceae zweigen wahrscheinlich von den Magnoliaceae an gleicher Stelle wie die Anonaceae, aber in einem anderen Ast ab. Die Aristolochiaceae reagieren wohl mit den Anonaceae, aber nicht mit den Calycanthaceae, und den übrigen Ranales stehen die Calycanthaceae serologisch fern.

Die Anonaceae sind serologisch den Magnoliaceae und Calycanthaceae am nächsten verwandt, ein Befund, der den bisherigen Annahmen entspricht.

Die Monimiaceae konnten mangels Materials nicht untersucht werden. Dem Verf. gilt ihr Anschließen an die Calycanthaceae für wahrscheinlich. Von ihnen würde der Zweig dann zu Gomortegaceae und Lauraceae weiterführen.

Die Aristolochiaceae schließen an die Anonaceae an. Mit Ranunculaceae und Berberidaceae geben sie keine Reaktion. Letztere gehen den ausgestorbenen Lardizabalaceae voraus und aus diesem Grunde wird eine Zusammengehörigkeit dieser mit den Aristolochiaceae abgelehnt.

Die Ranunculaceae stehen zwischen Magnoliaceae und Berberidaceae. Sie zeigen ferner Reaktionen mit Anonaceae, Nymphaeaceae, Rosaceae, aber keine mit den Papaveraceae.

Von den Ranunculaceae zweigen die Rosales ab. Die Leguminosen, mit diesen serologisch verwandt, reagieren mit keiner anderen Ranales-Familie.

Die Berberidaceae müssen zwischen Ranunculaceae und Lardizabalaceae stehen, weil sie nach unten mit den Nymphaeaceae noch reagieren, was die Lardizabalaceae nicht tun und nach oben die Capparidaceae nur noch schwach erreichen, mit denen die Lardizabalaceae gute Reaktion geben.

Der Parietales-Ast steht den Lardizabalaceae serologisch näher als die Berberidaceae. Seine Abzweigung wird von dort angenommen.

Die Menispermaceae sind wahrscheinlich sehr hochstehende Ranales. Ein Immunserum wurde von ihnen noch nicht gewonnen.

Verf. faßt seine Ergebnisse zum Schluß in figürlicher Darstellung zusammen.
E. Stein.

A. Preuß. Serodiagnostische Untersuchungen über die Verwandtschaft innerhalb der Pflanzengruppe der Parietales. Diss. Königsberg 1914.

C. Mez und A. Preuß. Serodiagnostische Untersuchungen über die Verwandtschaft innerhalb der Pflanzengruppe der Parietales. Beitr. z. Biol. d. Pflanzen, 1914, 12, S. 347—49. — Kurze Zusammenstellung der Ergebnisse der Diss. Preuß (Königsberg 1914).

Methodisch neu ist die Anwendung von 0,1 % Na-Lauge statt physiol. Kochsalzlösung in Fällen, wo letztere keine Extrakte von Sameneiweiß ergab. Na-Lauge-Extrakte waren als Antigen gut verwendbar und die mit ihnen erhaltenen Immunsera reagierten auch mit Kochsalzlösungs-Extrakten und umgekehrt.

Abweichend von Lange (Diss. Königsberg 1914) wurden die Parietales den Berberidaceae näherstehend gefunden als den Lardizabalaceae. Die Resedaceae

sind phylogenetisch tiefstehend, sie reagierten unter den Ranales stark mit Ranunculaceae und Magnoliaceae, schwächer mit Calycanthaceae, Anonaceae und Aristolochiaceae. Sie zeigten weiter nahe Verwandtschaft mit den Capparidaceae, von denen die Cruciferen direkt abzweigen. — Für Papaveraceae bestätigte sich die auch morphologisch stimmende Anknüpfung an den von den Resedaceae ausgehenden Rhoadales-Ast. Die Malvaceae und damit die Columniferae werden serologisch oberhalb der Resedaceae dem Parietales-Ast angefügt. Auch Sterculiaceae, Tiliaceae und Bombacaceae stammen wahrscheinlich von der Basis des Parietales-Astes ab. Die schon früher systematisch zusammengestellten Guttiferae, Ochnaceae, Theaceae gehören auch serologisch zusammen, sie leiten sich von der Parietales-Linie Resedaceae bis Capparidaceae ab. — Bixaceae und Cistaceae sind nahverwandt, sie nehmen den gleichen Ausgang von den niederen Parietales, aber getrennt von der Gruppe der Guttiferae. — Unter den höheren Parietales erwiesen sich verwandt: Loasaceae und Cactaceae und ferner Passifloren, Caricaceae und Dasicaceae. Den letzteren sind wahrscheinlich die Begoniaceae anzufügen. Die serologischen Untersuchungen bestätigen von neuem, daß die Linie der Parietales zu Cucurbitaceae, Campanulaceae, Compositae weiterführt.

E. Stein.

Sahli, G. 1916. Die Empfänglichkeit von Pomaceenbastarden. -Chimären und intermediären Formen für Gymnosporangien. Centralbl. Bakt. II. Abt., 45, S. 264—301.

Fischer, E. 1916. Zur Frage der Vererbung der Empfänglichkeit von Pflanzen für parasitische Pilze. Mykol. Beitr. 8. Mitt. Naturf. Ges. Bern für 1916, S. 144—156.

G. Sahli hat eine große Anzahl von Pomaceen auf ihre Empfänglichkeit für verschiedene Gymnosporangien geprüft. Uns interessieren hier vor allem die Resultate, die bei den Bastarden und Chimären gefunden wurden. Von Bastarden wurden in die Untersuchungen einbezogen: *Sorbus quercifolia* = *S. aria* × *aucuparia*; *Crataegomespilus grandiflora* = *Cr. oxyacantha* × *Mespilus germanica*; *Sorbus latifolia*, das früher als Bastard *aria* × *torminalis* angesehen, neuerdings von Hedlund als homozygot bezeichnet wird, und einige andere, deren Bastardnatur sehr zweifelhaft ist.

Nach E. Fischer ist, ebenso wie bei Getreide, die Immunität rezessiv bei *S. quercifolia* für *Gymnosporangium juniperinum*. Die Verfasserin fand diese Regel bestätigt bei *S. quercifolia* für *Gymnosporangium clavariaeforme* und *tremelloides*, sowie bei *S. latifolia* für *G. tremelloides*; *latifolia* verhält sich in dieser Hinsicht genau wie man es für einen Bastard aus *S. aria* (empfindlich) × *S. torminalis* (immun) erwarten muß, es ist empfindlich wie *S. aria*. Im Einklang mit der obigen Regel ist ferner *Crataegomespilus grandiflora* empfindlich für *Gymnosporangium confusum*, während für *G. clavariaeforme* die Immunität dominiert. Es ist aber zu beachten, daß dies Urteil auf drei Versuchen beruht, von denen die Verf. selbst den ersten als nicht maßgebend ansieht, „weil die Teleutosporen fast alle am Tage nach der Einleitung der Versuchsreihe abgefallen waren“, die beiden anderen Versuche bedürften aber, da es sich dabei um negative Resultate handelt, jedenfalls der Nachprüfung.

Interessant ist das Verhalten der Chimären. *Crataegus* ist empfindlich für *G. confusum*, wie für *G. clavariaeforme*, *Mespilus* dagegen immun (ein einziges Mal wurden einige abweichende Pykniden von *G. confusum* gefunden,

zur Aecidienbildung kam es nie). Schon Fischer hatte für *G. confusum* bei *Crataegomespilus Asnièresii*, die Form mit einschichtiger *Mespilus*-Hülle, die Empfänglichkeit des *Crataegus*-Kerns beobachtet. Die Verf. konnte dies bestätigen und das gleiche auch für die mit zweischichtiger *Mespilus*-Hülle ausgestattete Chimäre *Cr. Dardari* feststellen. Gegen *G. clavariaeforme* verhält sich *Cr. Asnièresii* (einschichtige Hülle) wie der Kern, ist also empfänglich; *Cr. Dardari* (zweischichtige Hülle) wie die Hülle, *Mespilus*, ist also immun. Man muß also, bezüglich *G. confusum* mit Fischer annehmen, daß der Parasit, der nicht durch die Spaltöffnungen eindringt, die doppelte immune Schicht zu durchbohren imstande ist, um sich dann im empfänglichen *Crataegus*-Kern auszubreiten und zu entwickeln. In der Tat geht dementsprechend die Infektion von *Cr. Asnièresii* schneller vor sich, als die von *C. Dardari*; es ist in der Infektion die sehr charakteristische Reihenfolge zu beobachten: *Crataegus* stark infiziert — *Crataegomespilus grandiflora* — *Crataegomespilus Asnièresii* — *Crataegomespilus Dardari* — *Mespilus* nicht oder sehr schwach.

Aus den weiteren Ergebnissen ist noch erwähnenswert, daß Winklers Angaben entsprechend, eine Beeinflussung zwischen Reis und Unterlage bezüglich der Rostempfänglichkeit nie beobachtet werden konnte — es stand für diese Frage ein großes Material zur Verfügung, da ein großer Teil der Pflanzen gepfropft war.

Der Übersichtlichkeit halber seien aus den vielen Tabellen die hier erwähnten Resultate kurz zusammengestellt.

Es waren, soweit die Verf. geprüft hat, infiziert.

	<i>Sorbus aria</i>	<i>S. aucuparia</i>	<i>S. torminalis</i>	<i>S. quercifolia</i> = <i>aria</i> × <i>aucuparia</i>	<i>S. latifolia</i> = <i>aria</i> × <i>torminalis</i>	<i>Crataegus</i>	<i>Mespilus</i>	<i>Crataegomespilus grandiflora</i> = <i>Crat.</i> × <i>Mespilus</i>	<i>Crataegomespilus Asnièresii</i> (1 Schicht <i>Mespilus</i>)	<i>Crataegomespilus Dardari</i> (2 Schicht <i>Mespilus</i>)
Durch <i>Gymn. clavariaeforme</i>	—	+		+		+	—	—	+	—
<i>G. confusum</i>	—	—		schwach —		+	einmal einige Pykniden	+	+	+
<i>G. tremelloides</i>	+	—	—	+	+					
<i>G. juniperinum</i> n. Fischer	—	+		+						

Die an diesem Ort weniger interessierenden recht umfangreichen Infektionsversuche an den (vermutlich vielfach nicht reinen) verschiedenen Pomaceenarten sind im Original nachzulesen.

Die zweite Arbeit, von E. Fischer, tritt der Frage der Aufspaltung des Merkmals: Empfänglichkeit näher. In den Sämlingen einer *S. quercifolia* stand die F_2 der Kreuzung *S. aria longifolia* × *S. aucuparia* zur Verfügung; da der Bastard zwischen anderen Bäumen frei abgeblüht hatte, so können unter den Sämlingen auch Rückkreuzungen mit *S. aria* (typisch) und *S. aucuparia* enthalten sein. Die 95 Versuchspflanzen bilden nach Blattform und -behaarung eine kontinuierliche Reihe von *S. aria* zu *S. aucuparia*, mit starker Überzahl der

zwischen *quercifolia* und *aucuparia* und diesem besonders nahe stehenden Formen.

Infiziert wurde mit *Gymnosporangium tremelloides*, für das *S. aria* stark empfänglich, *S. aucuparia* völlig immun ist, mit folgendem Resultat.

aria-gleiche und -ähnliche F_2 -Pflanzen wurden wie *S. aria* stark infiziert, es werden Pykniden und Pseudoperidien gebildet, *quercifolia*-ähnliche und Zwischenformen zwischen *quercifolia* und *aucuparia* werden bald mehr, bald weniger infiziert; meist kommt es nur zur Pyknidenbildung, die meisten *aucuparia*-ähnlichen und -gleichen Pflanzen werden nicht infiziert.

Es scheint demnach, daß diejenigen F_2 -Pflanzen, die morphologisch den stärkeren Einschlag von *aria* bezw. *aucuparia* zeigen, auch physiologisch dem betreffenden Elter mehr gleichen. Die stärkere Beimischung von *aucuparia*-Eigenschaften scheint die Entwicklung des Pilzes zu hemmen, zu verlang-samen.

Der Verf. stellt weitere Versuche mit strenger reinem Material in Aussicht.
E. Schiemann.

Zederbauer, E. 1915. Untersuchungen über das Gelingen von Bastardierungen zwischen ungleichalterigen Individuen von *Pisum sativum*. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung, 3, S. 63—67.

Derselbe. 1917. Alter, Vererbung und Fruchtbarkeit. Verh. k. k. zool. bot. Ges. Wien, 67, S. (81)—(87).

In einer früheren Arbeit hatte der Verf. festgestellt, daß die Dominanz verschiedener Merkmale (runzlig. grün gegen glatt, gelb — ref. ds. Zeitschr., 12, S. 166) mit dem Alter des Blütenindividuums abnimmt. Die vorliegende Mitteilung zeigt die Abhängigkeit der Fruchtbarkeit vom Alter der Blüte.

Isochrone Bastardierungen, d. h. solche zwischen Blüten gleichen Alters, gelangen zu 65%, heterochrone, d. h. solche zwischen Blüten verschiedenen Alters, nur zu 46%. Die Fruchtbarkeit nimmt mit dem Alter der Blüte ab, insofern die Samenzahl pro Hülse von 4,1 bei den ersten auf 3,4 bei den spätesten Blüten sinkt. Unter den heterochronen mißlingen am meisten (75%) die Bastardierungen zwischen alten Müttern und mittleren Vätern. Das Alter der Mutter ist nach diesen Beobachtungen von größerem Einfluß als das des Vaters; auch die Zahl der Samen wird wesentlich durch das Alter der Mutter bestimmt (3,9—4,4 bei jungen, gegen 3,3—3,5 bei alten Müttern).

Die zweite Arbeit bringt die Fortsetzung der oben erwähnten Untersuchungen über Valenz der Merkmale: grün, runzlig, kubisch, bezw. gelb, glatt, rund, die bis zur F_3 fortgesetzt sind. Die früheren Resultate: Abnahme der Valenz mit zunehmendem Alter der Blüte wurden bestätigt: grün und runzlig dominiert über gelb und glatt in heterochronen Kreuzungen, wenn die Faktoren von der jüngeren Blüte stammen; wieder wurde wie 1914 der Einfluß der Mutter stärker gefunden, insofern die Valenz der mütterlichen Faktoren schwerer zu überwinden ist.

Auch die Keimfähigkeit sinkt mit dem Alter von 70 auf 33%. Andere Eigenschaften, wie Höhe, Korngewicht, Hülsenlänge haben das Maximum der Valenz bei mittlerem Alter der gekreuzten Blüten.

Analoge Resultate fand der Verf. bei Levkojen, wo u. a. die Fruchtbarkeit und das mehr oder minder gute Gelingen der Kreuzungen studiert

wurde. Einige andere Pflanzen sind erst zu kurz in den Kreis der Untersuchungen einbezogen, als daß man auf die Resultate schon bauen könnte.
E. Schiemann.

Straus, H. Dominanz und Rezessivität bei Weizenbastarden. Diss. Göttingen, 8^o 38 pp. 1 Taf. 1914.

Henkemeyer, A. Untersuchungen über die Spaltungen von Weizenbastarden in der F₂- und F₃-Generation. Diss. Göttingen, 8^o 32 pp. 1915.

Die Untersuchungen von Straus sind mit folgenden Sorten angestellt: (unbegrannt) roter Nordstrand, red prolific, old red, roter Frankenstein, roter Talavera, red strawed, Bestehorns brauner Dickkopf, Mold's red prolific, — (begrannt) Banat und griechischer weißer samtiger Weizen. Sie erstrecken sich auf die Merkmalspaare unbegrannt — begrannt, behaart — unbehaart, braunspelig — weißspelig und führen zu dem nicht neuen Resultat, daß die hier jedes Mal zuerst genannten Eigenschaften dominieren resp. prävalieren. Straus untersucht nur die F₁-Generation, seine Pflanzen werden von Henkemeyer in F₂ und F₃ gezogen in folgenden Kombinationen: Griechischer weißer samtiger × Bestehorns brauner Dickkopf. Roter Frankenstein × Griechischer weißer samtiger. Griechischer weißer samtiger × Red strawed und reziprok. Griechischer weißer samtiger × Red prolific und reziprok.

Die Kreuzungen spalten sämtlich in 3 braune. : 1 weiße Pflanze, wir haben es also hier nur mit einem Faktorenpaare für Spelzenfarbe zu tun. Auch für Behaarung und Begrannung gilt dasselbe. Interessant an der Arbeit ist nur eine Beobachtung, die Verfasser aber offenbar verkehrt deutet: In der Kreuzung Griechischer weißer samtiger × red prolific und reziprok treten die 8 möglichen Kombinationen (unbegrannt, behaart, braunspelig; unbegrannt behaart, weißspelig usw.) nicht in dem zu erwartenden Verhältnis 27 : 9 : 9 : 9 : 3 : 3 : 3 : 1, sondern in einem ganz abweichenden auf. Und zwar kommt die Abweichung dadurch zustande, daß die Kombination unbegrannt weißspelig nicht oder nur verschwindend selten gebildet wird. Die Erklärung des Verfassers, daß red prolific vielleicht mehrere Braunfaktoren gehabt habe und daher nur vereinzelte weiße herausmendelten, wird natürlich durch das immer auftretende Verhältnis braun : weiß = : 3 : 1 hinfällig. Es wäre ja auch gar nicht verständlich, weshalb denn die seltenen weißen immer mit behaart zusammen auftreten sollten. Stellen wir die Resultate etwas übersichtlicher, als Verfasser es getan hat, in einer Tabelle zusammen.

Kreuzung	Pflanzen Nr.	behaart braun	behaart weiß	unbehaart braun	unbehaart weiß	Anzahl
<i>Griechischer × red prolific</i>	9	63	34	29	0	
	10	51	33	42	0	
	9 + 10	114	67	71	0	252
<i>red prolific × Griechischer</i>	2	52	40	36	0	
	15	53	44	36	0	
	16	65	35	40	0	
	20	58	42	28	0	
	23	68	37	32	4	
	2—23	296	198	173	4	671

Aus diesen Zahlenreihen geht wohl klar hervor, daß wir es hier mit einer Faktorenabstoßung von der Form $1 : n : n : 1$ zu tun haben. (Bei unabhängiger Vererbung der Faktoren müßten wir statt $296 : 198 : 173 : 4$ $378 : 125 : 125 : 42$ erhalten.) Allerdings sind die Fehler so groß, daß man gar nicht den Versuch machen kann, n mit Hilfe der Korrelationskoeffizienten zu bestimmen. Bei der Reihe $1 : n : n : 1$ beträgt die Zahl der doppelt dominierenden Pflanzen (also hier behaart braun) $2n^2 + 4n + 3$, die der einfach dominierenden $n^2 + 2n$. Also müssen von den behaart braunen Pflanzen 2mal soviel + 3 Pflanzen dasein als von den beiden Kombinationen behaart weiß und unbehaart braun. Trotz allem scheint mir eine Faktorenabstoßung irgendwelcher Art nicht von der Hand zu weisen. Von den 4 unbehaart weißen Pflanzen sagt Verfasser, daß sie sehr kümmerlich entwickelt waren. In kümmerlichen Pflanzen ist nun aber bekanntlich das Pigment sehr schwer zu bestimmen. Unerklärt bleibt auch die Tatsache, daß 3 Pflanzen derselben Kreuzung *Griechischer* \times *red prolific* im richtigen Verhältnis in behaart braun usw. $9 : 3 : 3 : 1$ aufspalteten. Allerdings wird von diesen 3 Pflanzen erwähnt, daß F_1 begrannt war (bei den übrigen halb begrannt) und in F_2 konstant begrannt blieb, während die übrigen im Verhältnis $3 : 1$ aufspalteten. Man muß danach wohl annehmen, daß sie fälschlich in diese Kreuzung gekommen sind.

Über die F_3 -Generation ist wenig zu sagen, da durch Auswinterung nur sehr kleine Zahlen zur Verfügung stehen. In der oben näher besprochenen Kreuzung treten wieder keine unbehaarten Pflanzen auf. Es dürfte wohl von Interesse sein, die hier behandelte Frage der Faktorenkoppelung der Merkmale Spelzenfarbe und Behaarung an einwandsfreien Kreuzungen näher zu untersuchen.

G. v. Ubisch.

Nilsson-Ehle, H. 1915. Gibt es erbliche Weizenrassen mit mehr oder weniger vollständiger Selbstbefruchtung? Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung, 3, S. 1—6.

Es ist in der landwirtschaftlichen Praxis oft beobachtet worden, daß verschiedene Weizensorten sich in sehr verschiedenem Maße leicht rein halten lassen. Der Verf. ist der Ursache dieser Erscheinung nachgegangen und hat die im Züchtungsbetrieb gemachten Beobachtungen im Experiment bestätigt gefunden. Demnach sind die oft eingesprengten abweichenden Typen in rein gezüchteten Sorten auf Spontanbastardierungen zurückzuführen; dabei treten dominante Merkmale naturgemäß schneller und öfter in die Erscheinung als rezessive. Daneben wirkt als zweiter sortenverändernder Faktor die Mutation, wofür Verf. früher schon verschiedentlich Fälle bekannt gemacht hat, durch Wegfall, beispielsweise, eines Farbfaktors bei Hafer u. a.

Experimentiert wurde mit den leicht degenerierenden Sorten Pudelweizen und schwedischer Samtweizen, die in Reihen abwechselnd mit einem sehr konstanten schwedischen Landweizen ausgesät wurden. Die beiden ersten Sorten wiesen 0,5—1 % Bastarde auf, der Landweizen blieb rein.

Die Ursache dieser Rassen- oder Linienverschiedenheit konnte noch nicht ermittelt werden. Sie wird auch bei den anderen Getreidearten beobachtet. 4-zeilige Gersten sollen mehr zu Spontanbastardierungen neigen als 2-zeilige. Für manche 2-zeilige Gerste ist sie mit Sicherheit als Folgeerscheinung des mehr oder minder ausgeprägten Offenblühens nachgewiesen. Diese Erklärung trifft m. E. auch für die 4-zeiligen Gersten zu; einmal haben sie mehr Neigung zum Offenblühen; andererseits trifft man 2-zeilige Ein-

sprenglinge in 4-zeiligen Sorten wegen der Dominanz der Zweizeiligkeit häufiger als 4-zeilige in 2-zeiligen Sorten.

Es ist wohl sehr wahrscheinlich, daß auch beim Weizen im größeren oder geringeren Grade des Offenblühens die Primäursache zu suchen ist. Der Verf. ist dieser Lösung noch nicht nachgegangen. Zum Schluß empfiehlt er die so nützliche Eigenschaft der größeren Sortenkonstanz bei Bastardierungen für praktische Zwecke mit zu berücksichtigen.

E. Schiemann.

Kießling, L. 1915. Untersuchungen über die Vererbung von Stickstoffgehalt und Korngröße der zweizeiligen nickenden Gerste. Zeitschr. Pflanzenzüchtung, 3, S. 81—147.

Der Verf. hat durch Linientrennung aus bayrischen Landgersten einheitliches Material zweier Stämme gewonnen, die sich — neben anderen Eigenschaften wesentlich auf wachstumsphysiologischem Gebiet — durch verschiedenen Stickstoffgehalt und Korngröße unterscheiden. Durch Selektion in fünf Jahren wurde die Konstanz dieser Merkmale geprüft mit dem Resultat, daß beide Eigenschaften als Linienmerkmal erblich sind. Die Selektion nach + Gehalt an Stickstoff zeigte, daß eiweißreichere Samen auch eiweißreichere Ernte geben. Es besteht also eine Nachwirkung, die jedoch nicht über die erste Generation hinausgeht: die Korngröße zeigt diese Nachwirkung nicht. Die Erbllichkeit des N-Gehaltes ist weit schwieriger zu erkennen, da diese Eigenschaft sehr stark von den Ernährungs- und Wachstumseinflüssen abhängt, so daß die Modifikationskurve die Linienkurve unter Umständen völlig verwechseln kann. Insofern aber auch das Wachstum erblich reguliert wird, spricht indirekt ein zweites Linienmerkmal bei der Gestaltung der Modifikationskurve mit. Die Korngröße ist nicht im selben Maße modifizierbar.

In Züchterkreisen ist vielfach eine gegensinnige Korrelation zwischen Korngröße und N-Gehalt behauptet worden. Schon Johannsen kam zu anderen Resultaten, als er zuerst mit reinen Linien arbeitete. Auch der Verf. findet gleichsinnige Korrelation, sowohl innerhalb der reinen Linie als auch innerhalb einer Ähre: sie ist jedoch keine feste, auch wird das Resultat durch die erwähnte starke Modifizierbarkeit des Stickstoffgehaltes getrübt.

Der praktische Wert der sehr umfangreichen Untersuchungen liegt darin, daß die selbständige Erbllichkeit beider Merkmale erkannt wurde und damit, während der Verf. selbst nur mit Linientrennung gearbeitet hat, der Bastardierung ein erreichbares Ziel geboten wird in der Vereinigung der beiden für die Braugersten wertvollen Eigenschaften: Korngröße und geringer Eiweißgehalt.

Theoretisch interessiert noch die Tatsache, daß die Selektion nach + und — bei Stickstoff in der einen, durch Jahre konstanten reinen Linie zu zwei unterschiedlichen Stämmen führt, was dem Verf. Gelegenheit gibt, seine Hypothese der unsichtbaren auf ultraanalytischem Gebiet liegenden Eigenschaften der sog. reinen Linien — ref. diese Zeitschr. XVI, S. 189 — auf diesen Fall anzuwenden.

E. Schiemann.

Kießling, L. 1916. Über die Streifenkrankheit der Gerste als Sorten- und Linienkrankheit. Fühlings Landw. Ztg., 65, S. 537—549.

Durch mehrjährige Beobachtungen konnte festgestellt werden, daß die Empfänglichkeit für die durch *Helminthosporium graminum* hervorgerufene Streifenkrankheit der Gerste ein Linienmerkmal ist. Obgleich in hohem

Maße von äußeren Einflüssen, insbesondere der Witterung abhängig, zeigten sich doch bei Anbau unter gleichen Verhältnissen einzelne Sorten stets stark befallen — z. B. eine Freisinger Landgerste, 2 Linien der Juragerste —; auch ein möglichst vollständiges Ausreißen der befallenen Pflanzen konnte bei empfindlichen Sorten die Empfänglichkeit nicht unterdrücken. Andere blieben bei gleicher Infektionsmöglichkeit, bei Anbau auf dem gleichen Boden, stets völlig oder fast rein — so eine jüngere Hannagerste, Criewener No. 403, Bethges No. II und III u. a.

Zu bemerken ist, daß, abweichend von älteren Angaben, *H. gramineum* nicht den erekten Gersten eigen ist (wonach Erikson den Pilz *Pleospora trichostoma* f. *Hordei erecti* benannte), vielmehr, wie die obigen Beispiele zeigen, in gleicher Weise auch *mutans*-Formen befällt. Da die Krankheit teilweise wenigstens sicher durch Blüteninfektion übertragen wird, ist das ohne weiteres verständlich, denn die *mutans*-Formen blühen eher offen ab als die erekten Gersten. Besonders häufig werden 4-zeilige Wintergersten befallen, vielfach gemeinsam mit *Helm. teres*, dem Erreger der Fleckenkrankheit.

Über die Abhängigkeit des Auftretens der Krankheit von äußeren Einflüssen fehlen noch experimentelle Daten.

Durch die Erkenntnis der Empfänglichkeit für die Streifenkrankheit als Linieneigenschaft ist sie, wie die Rostempfänglichkeit des Weizens durch das Kreuzungsexperiment züchterisch zu bekämpfen. E. Schiemann.

Miles, Frank C. A genetic and cytological study of certain types of albinism in Maize. Journ. of Genetics, vol. IV, 1914—1915, p. 193. Mit einer Doppeltafel und 9 Figuren im Text.

Im Jahre 1912 hat Emerson einige Typen von *Zea Mays* beschrieben, welche Chlorophyll-Reduktion in verschiedenem Grade zeigen, und bei einigen derselben hat er die Erblichkeitsverhältnisse studiert. Ein Teil der Untersuchungen, von Emerson angefangen, ist vom Verf. fortgesetzt worden und zudem hat Verf. ein anatomisches Studium der Blätter verschiedener albinotischen Mais-Typen gemacht. Hierbei hat sich ergeben, daß in rein weißen Pflanzen die Chloroplasten ganz oder fast ganz fehlen, während die gelblich-weißen Pflanzen im Jugendstadium wenig sehr kleine besitzen, welche später an Zahl und Größe zunehmen. Bei den gestreiften Blättern von *Zea japonica* fehlen die Chloroplasten ganz in den weißen Streifen oder sind darin nur sehr spärlich vorhanden; in den blaßgrünen Streifen fehlen die Chloroplasten in den Schichten unterhalb der Epidermis der Oberseite und kommen nur in der Nähe der Epidermis der Unterseite vor.

Aus Kreuzungen der verschiedenen Formen, auch mit der normal grünen ergab sich, daß für das Auftreten normal grüner Farbe in den Blättern wenigstens zwei Faktoren vorhanden sein müssen. Fehlt der eine dieser Faktoren, so sind die Blätter rein weiß, fehlt der andere, so sind sie im Anfang gelblich weiß, aber werden meistens später grünlich oder sogar grün. Pflanzen mit gestreiften Blättern erwiesen sich als genotypisch von zweierlei Art. Erstens gab es eine Streifung als Folge des Heterozygotseins der Pflanze für einen oder für beide der genannten Faktoren. Die Streifung von *Zea japonica* dagegen verhielt sich anders. Bei Kreuzung dieser Form mit dem normal grünen Mais entstanden in F_1 nur grüne, in F_2 grüne und gestreifte Individuen, ziemlich genau im Verhältnis von 3 : 1. Dies war aber nur der Fall, wenn die Samen der Kreuzung keine Aleuronfarbe (aleurone colour) zeigten. Zeigten dieselben wohl eine Farbe, so ergaben sich ganz andere Verhältnisse

in bezug auf das Auftreten von gestreiften Pflanzen in der Nachkommenschaft. Verf. schließt hieraus, daß vielleicht ein Zusammenhang zwischen dem Faktor oder den Faktoren für Aleuronfarbe und demjenigen (oder denjenigen) für das Gestreiftsein besteht. Weitere Untersuchungen in dieser Richtung müssen hier aber noch manches zur Klarheit bringen.

Tine Tammes, Groningen.

Punnett, R. C. Reduplication series in sweet peas. Journ. of Genetics, vol. III, 1913—1914, p. 77.

Verf. gibt eine Zusammenfassung der Resultate, speziell was die Erscheinung der Koppelung und Abstoßung der Gameten betrifft, in den Jahren 1908—1913 bei Kreuzungsuntersuchungen mit verschiedenen Biotypen von *Lathyrus odoratus* erhalten. Einige dieser Resultate wurden schon früher kurz mitgeteilt (W. Bateson and R. C. Punnett, Proc. Roy. Soc. 1911 und Journ. of Genetics, 1911).

In der vorliegenden Abhandlung werden die Erblchkeitsverhältnisse von sechs Faktoren besprochen, nämlich: B purpur-rot, E Fahne aufrecht-kapuzenartig, L Pollen länglich-rund, D Schutzblätter (axil) dunkel hell, F Antheren fertil-steril und N Krone normal-abnormal. Hierbei ist stets das zuerst genannte Merkmal das dominierende. Schon früher wurde gezeigt, daß bei einer Hybride, welche für zwei Faktoren heterozygotisch ist, Abstoßung oder Koppelung auftritt, abhängig von der Art der Kreuzung, aus welcher diese Pflanze hervorging. Damals wurden für einige Faktorenpaare die Verhältniszahlen der Gameten festgestellt, z. B. für B und L 7 : 1 : 1 : 7 resp. 1 : 7 : 7 : 1. Die späteren Untersuchungen einer größeren Anzahl von Pflanzen bestätigten diese Annahme und ergaben für andere Faktorenpaare andere Gametenreihen u. a. für B und E 127 : 1 : 1 : 127.

Weiter wird der Zusammenhang zwischen drei Faktoren besprochen, abgeleitet aus den Beobachtungen an den Nachkommen von Hybriden, welche für diese drei Faktoren heterozygotisch sind. Verf. findet hierbei die Hypothese von Trow über die primären und sekundären Gametenreihen bestätigt. Die mit Trows Formel aus den beiden primären Reihen berechneten Verhältniszahlen der Gameten für die sekundäre Reihe stimmten mit den beobachteten überein. Hierbei wurde, wie auch Trow tat, diejenige Reihe als die sekundäre betrachtet, bei welcher die Verhältniszahlen die niedrigsten sind. Eine Erklärung der Verhältniszahlen für drei Faktoren durch perikline und antikline Zellteilungen, wie Verf. früher für zwei Faktoren gegeben hat, ist jetzt noch nicht möglich. Untersuchungen in dieser Richtung werden hoffentlich neue Data für die Lösung des verwickelten Problems der Koppelung und Abstoßung bringen.

Tine Tammes, Groningen.

Ortlepp, Karl. Monographie der Füllungserscheinungen bei Tulpenblüten. Leipzig 1915.

In zwölfjährigen Untersuchungen hat sich Verf. eingehend mit den Füllungserscheinungen der Tulpen beschäftigt. Er hat sein Untersuchungsmaterial von verschiedenen holländischen Tulpenzüchtern bezogen und eine große Anzahl von Sorten Jahre hindurch unter verschiedenen Ernährungsbedingungen kultiviert.

Im ersten Teile des vorliegenden Buches wird über die mannigfaltigen Organveränderungen, welche den Füllungserscheinungen zugrunde liegen, berichtet. Dieselben beginnen von außen nach innen mit den sog. Zwischen-

blättern, Laubblättern am Stengel, welche petaloid ausgebildet sind und häufig durchaus ohne scharfe Grenze in die Petalen übergehen. Es folgen weiterhin alle möglichen äußeren Übergänge zwischen Petalen, Stamina und Fruchtblättern. Weiter kommt es zur Ausbildung von Staminodien, am Fruchtknoten angewachsenen Staubblättern, in den Zahlen- und anderen Verhältnissen veränderten Fruchtknoten und schließlich mancherlei auch das Innere der Organe ergreifenden Mittelformen, wie Staubblättern mit Samenanlagen usw. Die große Plastizität der Organbildung in den gefüllten Tulpenblüten wird in all diesen Abwandlungen verfolgt.

Den ersten Teil beschließt eine über 54 Seiten sich erstreckende, detaillierte Darstellung der Verteilung all dieser verschiedenen Bildungen bei einer großen Anzahl gefüllter Tulpensorten.

Im zweiten Teil berichtet Verf. über Kulturversuche, durch welche der Einfluß verschiedener Kulturmethode auf die Blütenfüllung der Tulpen geklärt werden soll. Es werden einmal Kulturen im freien Land auf verschieden hergerichteten und mit verschiedenerlei Boden und Düngemitteln beschickten Beeten angestellt, sodann andere in Töpfen und auf Wasserkulturen. Weiter werden die Füllungserscheinungen an verschieden starken Zwiebeln derselben Sorten und an verschiedenen Tochterzwiebeln desselben Mutterindividuums betrachtet. Die Ergebnisse werden wieder in sehr eingehender, wenn auch nicht besonders übersichtlicher Weise mitgeteilt.

Es ergibt sich aus den Versuchen, daß je nach der Ernährung manche gefülltblütige Sorten einmal in sehr stark gefüllten Individuen, das andere Mal mit durchaus einfachen Blüten erzogen werden können.

Die einzelnen Düngungsversuche können wir hier nicht betrachten. Hervorgehoben aber sei, daß reiche Düngung im allgemeinen, besonders aber Stickstoffdüngung einen hervorragend günstigen Einfluß auf die Füllung hat. Dabei gehen Grad der Füllung und Zwiebelgröße nicht immer parallel. Eine Ernährung, die der Füllung günstig ist, braucht nicht gleichzeitig für die Größe der Zwiebeln vorteilhaft zu sein. Verf. führt die Differenzen darauf zurück, daß für die Füllung besonders viel Stickstoff, für die Zwiebeln aber viel Kalk benötigt wird. Enthält ein Boden nun viel Stickstoff aber wenig Kalk, so werden die Blüten stark gefüllt, die Zwiebeln aber bleiben klein.

Auch noch andere Faktoren werden in ihrer Wirkung auf die Füllung studiert, wie die Aufbewahrung außerhalb der Erde während der Ruhezeit, welche Füllung fördernd wirkt. Wir können auf diese Einzelheiten hier aber nicht weiter eingehen.

Die Arbeit wird beschlossen durch einen Anhang, in welchem über praktische Erfahrungen in der Tulpenkultur im Freien, in Töpfen und auf Gläsern berichtet wird.

E. Lehmann.

Inhaltsverzeichnis von Bd. XIX Heft 12

Abhandlungen

de Vries, Hugo, Kreuzungen von <i>Oenothera lamarckiana</i> mit <i>velutina</i>	1—38
Vogtherr, Karl, Über die theoretischen Grundlagen des Variabilitäts- und Deszendenzproblems	39—72

Kleinere Mitteilungen

Haecker, V., Die entwicklungsgeschichtliche Vererbungsregel in der Völkerkunde	73—78
--	-------

Sammelreferat

Hertwig, Paula, Keimesschädigung durch physikalische und chemische Eingriffe	79—88
--	-------

Referate

Adametz, L., Studien über die Mendelsche Vererbung der wichtigsten Rassenmerkmale der Karakulschafe bei Reinzucht und Kreuzung mit Ramboulliets (Haecker)	115
Bauer, Julius, Die konstitutionelle Disposition zu inneren Krankheiten (Haecker)	98
Cragg, E. und Drinkwater, H., Hereditary Absence of Phalanges through five Generations (van Bemmelen)	95
Drinkwater, H., A Second Brachydactylous Family (Siemens)	96
Fischer, E., 1916, Zur Frage der Vererbung der Empfänglichkeit von Pflanzen für parasitische Pilze (Schiemann)	136
Haeckel, Hescheler, Eisig, Aus dem Leben und Wirken von Arnold Lang (Baur)	89
Haecker, Valentin, Über Gedächtnis, Vererbung und Pluripotenz (Sommer)	91
Harrison, J. W. H., Studies in the Hybrid Bistoninae (van Bemmelen)	124
Henckemeyer, A., Untersuchungen über die Spaltungen von Weizenbastarden in der F_2 - und F_3 -Generation v. Übisch)	139
Heribert-Nilsson, N., 1917, Eine Mendelsche Erklärung der Verlustmutanten (Baur)	90
Jeffrey, E. C., 1916, Hybridism and the rate of evolution in Angiosperms (Baur)	134
Kießling, L., 1915, Untersuchungen über die Vererbung von Stickstoffgehalt und Korngröße der zweizeiligen nickenden Gerste (Schiemann)	141
Kießling, L., 1916, Über die Streifenkrankheit der Gerste als Sorten- und Linienkrankheit (Schiemann)	141
Lange, L., Serodiagnostische Untersuchungen über die Verwandtschaften innerhalb der Pflanzengruppe der Ranales (Stein)	134
Liehr, O., Ist die angenommene Verwandtschaft der Helobiae und Polycarpicae auch in ihrer Zytologie zu erkennen? (Tischler)	133
Mez, C. und Lange, L., Serodiagnostische Untersuchungen über die Verwandtschaft innerhalb der Pflanzengruppe der Ranales (Stein)	134

Zeitschrift für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre

Mez, C. und Preuß, A., Serologisch-agnostische Untersuchungen über die Verwandtschaft innerhalb der Pflanzengruppe der Parietales Stein	Seit 145
Miles, Frank C., A genetic and cytological study of certain types of albinism in Maize Tammes	142
Mitsunaru Jslukawa, A List of the number of chromosomes Tischler	125
Nilsson-Ehle, H., 1915. Gibt es erbliche Weizenrassen mit mehr oder weniger vollständiger Selbstfruchtbarkeit? Schiemann	140
Ortlepp, Karl, Monographie der Fäugungserscheinungen bei Tulpenbäumen Lehmann	143
Preuß, A., Serologisch-agnostische Untersuchungen über die Verwandtschaft innerhalb der Pflanzengruppe der Parietales Stein	135
Punnett, R. C., Reduplication series in sweet peas Tammes	143
Rosenberg, O., Die Reduktionsteilung und ihre Degeneration in Hieracium Tischler	130
Saath, G., 1916, Die Empfänglichkeit von Panaceenbastarden, Clonaren und intermedien Formen, für Gynosporangien Schiemann	136
Schavel, J., Über den Mechanismus der Vererbung Gerscher	89
Shull, A. Franklin, Periodicity in the production of males in Hydatina senta Gerscher	110
Shull, A. Franklin und Ladoff, Sonia, Factors affecting male production in Hydatina Gerscher	110
Siemens, Hermann W., Das Erbfenstergees bleut Siemens Lenz	95
Straus, H., Dominanz und Rezessivität bei Weizenbastarden v. Ubsch	139
Werber, E. J., 1915, Is pathological metabolism in the parental organism responsible for defective and monstrous development of the offspring? Haacker	97
Werber, E. J., 1915, Experimental studies aiming at the control of defective and monstrous development Haacker	97
Werber, E. J., 1915, Further Experiments aiming at the control of defective and monstrous development Haacker	97
Werber, E. J., 1916, Blastolysis as a morphogenetic factor in the development of monsters Haacker	97
Werber, E. J., 1916, On the blastolytic origin of the independent lenses of some teratoplthalmic embryos and its significance for the normal development of the lens in vertebrates Haacker	97
Winge, O., Studier over Plantergets Chromosomal og Chromosomernes Betydning Tischler	126
Wrzosek, Adam und Maciesza, Adolf, Über die Entstehung, den Verlauf und die Vererbung der durch Rückenmarksverletzung hervorgerufenen Meerschweinchen-Epilepsie Siemens	109
Zederbauer, E., 1915, Untersuchungen über das Gelingen von Bastardierungen zwischen ungleicherartigen Individuen von Pisum sativum Schiemann	138
Zederbauer, E., 1917, Alter, Vererbung und Fruchtbarkeit Schiemann	138

ZEITSCHRIFT
FÜR
INDUKTIVE ABSTAMMUNGS-
UND
VERERBUNGSLEHRE

HERAUSGEGEBEN VON

E. BAUR (POTSDAM), **C. CORRENS** (DAHLEM-BERLIN), **V. HAECKER** (HALLE),
G. STEINMANN (BONN), **R. V. WETTSTEIN** (WIEN)

REDIGIERT VON

E. BAUR (POTSDAM)

LEIPZIG
VERLAG VON GEBRÜDER BORNTRAEGER

1918



Bekanntmachung

Die Zwischenscheine für die 5% Schuldverschreibungen
der 4. Schatzanweisungen der VII. Kriegs-
anleihe können vom

27. Mai d. Js. ab

Der Umtausch findet bei der „Umtauschstelle für die Kriegsgeldhefte“, Berlin W 8, Behrenstraße 22, statt. Außerdem übernehmen sämtliche Reichsbankanstalten mit Kasseneinrichtung bis zum 2. Dezember 1918 die kostentfreie Vermittlung des Umtausches. Nach diesem Zeitpunkt ist der Umtausch nur noch bei den Reichsbankstellen möglich, die den Umtausch ausdrücklich übernommen haben. Die Umtauschformulare sind bei allen Reichsbankanstalten erhältlich.

Von den Zwischenscheinen in den die I., III., IV., V. und VI. Kriegsanleihe betreffenden Nummern 1 bis 1000000 (einschließlich) sind alle, welche noch nicht umgetauscht sind, mit 1. April 1924 gegen die 1924er Kriegsanleihe umzutauschen. Die Inhaber der Zwischenscheine müssen 2 Tausend werden. Die Inhaber werden aufgefordert, diese Zwischenscheine in ihrem eigenen Interesse möglichst bald bei der „Umtauschstelle für die Kriegsanleihe“ Berlin W 8, Behrenstraße 22, zum Umtausch einzureichen.

Berlin im Mai 1948.

Reichsbank - Direktorium.

H. J. Levenstein and A. G. Givim

Über eine Mutation in einer reinen Linie von *Hordeum distichum* L.

II. Mitteilung: Bastardierungsversuche.

Von **L. Kießling**, Weißenstephan.

(Eingegangen am 17. März 1917.)

Im Jahre 1912 habe ich an dieser Stelle¹⁾ Mitteilungen über eine durch Mutation im Sinne von de Vries entstandene neue Gerstenrasse veröffentlicht. Sie war im Verlauf vieljähriger Zuchtarbeit aufgetreten und zwar in der 9. Generation einer reinen Linie, die alljährlich in einer größeren Anzahl von einzelnen Individualsaaten im Zuchtgarten angebaut war und die ganze Zeit hindurch unter schärfster Beobachtung stand. Wie nach der ganzen Methode des Zuchtbetriebes die Zurückführung der neuen Form auf eine mechanische Untermischung oder Verunreinigung ausgeschlossen war, zumal da von den mir bekannten Gerstensorten keine auch nur annähernd der Neuform ähnelte, so konnte auch eine Entstehung durch wilde Kreuzung nicht vorliegen, da weder vor dem Zeitpunkt des Auftretens noch nachher in der Stammlinie wie in der neuen Rasse Bastardspaltungen zur Beobachtung kamen. Nach gründlicher Untersuchung und Bearbeitung des vorliegenden Beobachtungsmaterials konnte der Schluß gar nicht anders lauten, als daß hier eine plötzlich eingetretene, sofort im vollen Betrag, d. h. zu 100 % vererbliche Variation aus unbekannten Ursachen vorliege, also eine Mutation.

Von der vorher und nachher völlig konstant befundenen Ausgangslinie Fg 2 unterschied sich die mutierte Form Fg 3 durch folgende genauere untersuchte, in der zitierten I. Mitteilung soweit als möglich auch zahlenmäßig dargestellte Besonderheiten:

¹⁾ Zeitschr. f. ind. Abst.- u. Vererbungslehre, Bd. VIII, 1912, S. 48—78.

Durch größere Anzahl der Bestockungstriebe; längere, breitere und dickere Blätter (nach vielen Einzelmessungen), also mehr Blattoberfläche und mehr Blattmasse: durch eine durchschnittlich größere (oberirdische) Gliederzahl bei kürzeren Internodien sowie durchschnittlich etwas größere Halmlänge: durch dickere Halme: durch längere Ährenspindel und längere Grannen: durch hellere Farbe und geringeren Chlorophyllgehalt der Blätter wegen geringerer Anzahl der chlorophyllhaltigen Zellen und von Chlorophyllkörnern in der Zelle bei gleichzeitig größeren Dimensionen der Gewebelemente; durch größeren Wassergehalt der vegetierenden Teile: geringeres Halmgewicht im ganzen und auf die Längeneinheit berechnet: durch eine größere Anzahl von Blättern, Ährenstufen und Körnern: durch anfangs geringeres und später größeres Längenwachstum der Sproßachsen; durch größere Kälteempfindlichkeit und eine andere Reaktion auf die Wachstumsbedingungen in bezug auf Korngröße und Korneiweißgehalt wie allgemein durch stärkere Modifizierbarkeit hinsichtlich der hier untersuchten Merkmale.

Äußere Ursachen für diese Variation ließen sich bisher nicht auffinden: die Stammlinie wurde auch seither beobachtet neben der Mutation und beide Formen erhielten sich völlig charakteristisch, insbesondere trat in der Stammlinie Fg 2 die Mutation nicht zum zweiten Mal auf und auch keine ähnliche oder andere, obwohl sie alljährlich in größeren und kleineren Parzellen wie in Einzelpflanzensaaten angebaut wurde. Das gleiche gilt für die neue Fg 3-Linie, nur daß hier 1913 an ganz verschiedenen Stellen und in aus verschiedenen Mutterpflanzen stammenden Saaten vier Pflanzen mit gelbbunter Panaschierung auftraten, über die gesondert berichtet wird¹⁾: abgesehen von diesen Variationen war die Fg 3-Linie völlig konstant. Die Frage, in welche Kategorie von Mutationen die hier beobachtete gehöre, war nach den früheren Beobachtungen nicht zu entscheiden, wenn auch bereits in der ersten Mitteilung die Möglichkeit erwähnt wurde, daß es sich um eine Verlustmutation²⁾ handeln kann, weil die auffälligste und zugleich morphologisch wie physiologisch bedeutsamste und grundsätzlichste Abweichung der neuen Linie von ihrer Stammform in ihrer herabgesetzten, quantitativ verminderten Chlorophyllbefähigung, also in einem Chlorophyll-

¹⁾ Vergl. meinen Aufsatz über „Einige besondere Fälle von chlorophylldefekten Gersten“ im gleichen Heft dieser Zeitschr.

²⁾ In der I. Mitteilung ist bei Besprechung dieser Frage auf S. 77 leider ein Druckfehler stehen geblieben; es muß natürlich heißen: „Verlust des Doppelfaktors in einer in diesem Faktor homozygotischen Pflanze (statt heterozygotischen).“

mindergehalt besteht; von diesem Defekte könnten ganz gut sämtliche übrigen Unterschiede gegenüber der Ausgangslinie abhängig sein. Mangels näherer Beurteilungsgesichtspunkte mußte aber auch die entgegengesetzte Möglichkeit zugegeben werden, nämlich daß eine progressive Mutation durch Neuerwerb von den Entwicklungsrhythmus und die Gewebeausbildung beeinflussenden Faktoren vorliegen könnte. Hierüber konnte nur durch Bastardierungsversuche einige Klarheit zu gewinnen versucht werden, weshalb ich solche von 1911 an zur Durchführung brachte. Der Krieg hat leider eine Vollendung des gesamten Versuchsplanes vorläufig nicht möglich gemacht: eine Reihe von Ergebnissen wurde aber noch vor seinem Ausbruch gewonnen und ist so gut gesichert, daß sie mitgeteilt werden können.

Die Kreuzung der Mutation Fg 3 mit der Stammlinie Fg 2 wurde zweimal ausgeführt, und zwar 1911 als Fg 3 ♀ \times Fg 2 ♂ und 1912 Fg 2 ♀ \times Fg 3 ♂; die Verteilung auf zwei Jahrgänge war aus Gründen der Zeitökonomie erforderlich. Die erstere Kreuzung gelang an 10 Mutterpflanzen; insgesamt wurden 210 F₁-Pflanzen gezogen: die reziproke Kreuzung umfaßte 5 Mutterpflanzen und lieferte 105 F₁-Nachkommen. Den beiden F₁-Generationen wurden auf dem Saatbeet in angemessenen Zwischenräumen wiederholt die Elternlinien zur Seite gestellt, der ständige Vergleich während des ganzen Wachstums ergab, daß die F₁-Generation in jeder Kreuzung deutlich dunkler grün war als die verhältnismäßig leicht erkennbare Fg 3-Form und von der Fg 2-Linie eigentlich nicht recht sicher unterschieden werden konnte. Ob nicht doch eine Zwischenfarbe zwischen den beiderlei Typen vorliege, ließ sich nicht mit Sicherheit bestimmen, da die gegenseitige Abweichung der beiden Elternlinien in der Grünfärbung, so auffällig sie sich in größeren Beständen abhebt, doch bei einzelnen Pflanzen nicht mit voller Schärfe erkennbar ist: außerdem unterliegt die Tontiefe der Grünfärbung aller Pflanzen ja bekanntlich im hohen Grad der Modifikabilität, die besonders infolge von Ernährungsunterschieden (z. B. bezüglich der Stickstoffzufuhr) sehr weitgehend und übergreifend wird. Jedenfalls hat aber die genaue Beobachtung in beiden F₁-Jahren ergeben, daß das Merkmal „tieferes Grün“ über das „hellere Grün“ mehr oder weniger dominiert.

Bezüglich der übrigen Unterscheidungsmerkmale der beiden Elternlinien ließ die F₁-Generation keinerlei Aufschlüsse gewinnen, da einerseits eine Zerstörung von Pflanzen während der Vegetation vermieden werden mußte, während andererseits die sämtlichen früher untersuchten

und in der angegebenen Abhandlung dargestellten Differenzen durch Modifikation so stark beeinflußt sind, daß eine zahlenmäßige Feststellung an den einzelnen F₁-Pflanzen ausgeschlossen war. Diese Schwierigkeiten galten auch für die weiteren Generationen, so daß sich die Beobachtungen während der Vegetation hauptsächlich auf die Feststellung der Farbenspaltung beschränken mußten, wenn auch versucht wurde, sonstige Unterschiede anzumerken. Die F₂-Generation von Fg 3 \times Fg 2 wurde 1913 in 210 Individualsaaten angebaut, von denen 14 den Typus der Linie Fg 3 ohne jede Spaltung wiedergaben, so daß die betreffenden Mutterpflanzen jedenfalls von Körnern stammten, die durch Selbstbefruchtung und nicht durch die künstliche Bestäubung entstanden waren. Über die Spaltung der übrigen Saaten unterrichtet nachfolgende, auf die F₁-Pflanzen zusammengezogene Tabelle.

Linien	Spaltende Individualsaaten Anzahl	Anzahl der Pflanzen			
		hell	mittel	dunkel	zusammen
Fg 32 a	24	160	907	122	1189
Fg 32 b	6	27	254	7	288
Fg 32 c	25	185	587	228	1000
Fg 32 d	28	315	1142	380	1837
Fg 32 e	27	294	1529	380	2203
Fg 32 f	19	355	1111	268	1734
Fg 32 g	14	208	619	263	1090
Fg 32 h	16	240	902	293	1435
Fg 32 i	18	412	1233	396	2041
Fg 32 k	19	174	789	254	1217
	196	2370	9073	2591	14034

Es liegt also hier eine deutliche Mendelspaltung vor, deren Zahlenverhältnis im Gesamtdurchschnitt die Reihe 0,7 : 2,6 : 0,7 ergibt. Die Abweichung von dem theoretischen Verhältnis 1 : 2 : 1 erscheint nicht zu groß, wenn man bedenkt, daß die Unterschiede nur auf Helligkeitswerten beruhen - etwas tieferes oder helleres Grün; wenn man ferner berücksichtigt, daß sich diese geringen Tonabweichungen bei einzelnen im Freiland durcheinander stehenden Pflanzen außerordentlich wenig voneinander abheben, so daß geringe Beleuchtungsdifferenzen schon die Klassifikation sehr beeinflussen müssen; und wenn man sich endlich an die durch Ernährung und Standort außerordentlich stark beeinflusste Modifikabilität des Blattgrüns unserer Getreidearten erinnert. Die ein-

zelnen Individualsaaten zeigten natürlich eine sehr große, in obiger Tabelle nicht mehr zum Ausdruck kommende Variabilität der Verhältniszahlen, doch kommen recht deutliche monohybride Reihen vor, wie z. B. hell : mittel : dunkel = 7 : 16 : 6; 19 : 38 : 18; 17 : 39 : 14; 9 : 31 : 14; 15 : 23 : 10; 26 : 55 : 24; 9 : 18 : 7; 40 : 89 : 34 usw. Wenn in der Mehrzahl der Fälle und im Durchschnitt zuviel Mittelfarben gezählt wurden, so beruht das teilweise auf dem einfachen psychologischen Vorgang, daß in den vielen zweifelhaften Fällen, ob der Farbenton in die eine oder die andere Klasse gehört, die Pflanzen eben der Zwischenklasse überwiesen werden: außerdem ist diese durch schwach ernährte, genetisch dunkle und durch üppig wachsende, genetisch helle Pflanzen angereichert.

Daß tatsächlich ein Teil der Pflanzen trotz wiederholter Beobachtung und sorgsamer Auszählung unrichtig eingereiht wurde und aus obigen Gründen notwendigerweise auch falsch eingereiht werden mußte, geht auch aus den Beobachtungen über die F_3 -Generation (1914) hervor. Aus naheliegenden Gründen konnte nur eine beschränkte Anzahl von F_2 -Pflanzen einer nochmaligen Prüfung unterstellt werden und man wählte dazu Nachkommen verschiedener F_1 -Mütter und verschiedener F_2 -Individualsaaten; ferner solche der verschiedenen Farbentöne. Die meisten Nachkommenschaften von „Hellpflanzen“ erweisen sich als einheitlich hell und den Müttern ähnlich, so daß also dadurch die Voraussetzung, daß diese Form den negativen oder rezessiven Typus darstellt, erwiesen scheint. Aber eine andere, 1913 als „hell“ bezeichnete Pflanze gab eine spaltende Nachkommenschaft (12 helle auf 25 dunkle und mittlere Töchter); die Mutter war also genetisch intermediär. Einige „dunkle“ Pflanzen von 1913 gaben eine einheitlich dunkle Nachkommenschaft, so daß hier also die homozygotische positive Veranlagung vorlag. Eine solche einheitlich dunkle Nachkommenschaft wurde aber auch von einer 1913 als „mittelfarbig“ bezeichneten Pflanze erhalten: diese war also eine hellere Modifikation des dunkleren Typs und falsch eingereiht. Die übrigen Pflanzen aus der Gruppe der Mittelfarben gaben eine spaltende Nachkommenschaft und zeigten damit deutlich ihre heterozygotische Veranlagung und die Richtigkeit ihrer Einreihung im Vorjahr. Eine spaltende Nachkommenschaft wurde aber auch von einer 1913 als „dunkel“ bezeichneten Mutter gewonnen, so daß diese also eine Dunkelmodifikation einer heterozygotischen Übergangsform war. Die Spaltungen selbst folgten mit Schwankungen dem monohybriden Schema.

Von der im Jahre 1913 ausgeführten reziproken Bastardierung $Fg\ 2 \times Fg\ 3$ wurden im Jahr 1914 105 einzelne Nachkommenschaften

gezogen, die sich auf 5 Mutterpflanzen der P-Generation zurückführen lassen. Infolge der Schwierigkeit der Beurteilung, die sich, jedenfalls unter dem Einfluß der Witterungs- und Standortverhältnisse, 1914 noch mehr geltend machte als im vorhergegangenen Jahr, mußte in diesem Jahr von der Ausscheidung der mittelhellen Gruppe völlig abgesehen und diese zu den Dunkelpflanzen gezählt werden, während die ganz hellen Pflanzen immer noch gegenüber allen übrigen schärfer abgehoben sind, so daß die Auszählung in diesen beiden Gruppen einigermaßen sicher ging. Nach den Mutterpflanzen getrennt gestaltete sich die Spaltung folgendermaßen:

	Anzahl der Individualsaaten	Spaltung der Pflanzen		
		helle	mittlere und dunkle	zusammen
a	2	23	42	65
b	37	234	651	885
c	31	182	621	803
d	19	78	341	414
e	16	77	376	453
	105	589	2031	2620

Das Verhältnis der hellfarbigen Pflanzen zu den dunkleren ist demnach 0,9 : 3,1 im Durchschnitt aller Nachkommenschaften, also das monohybride. Bei den einzelnen Individualsaaten finden sich sehr viele mit reiner Mendelspaltung, z. B. hell : dunkel = 4 : 13; 4 : 10; 3 : 9; 10 : 29; 10 : 30; 11 : 33; 9 : 31; 9 : 24; 8 : 28 usw., daneben kommen aber natürlich auch weitere und engere Zahlenverhältnisse vor, wie dies bei der geringen Individuenzahl jeder Einzelsaat und der Schwierigkeit der Erkennung weiter nicht verwunderlich ist. Diese Beobachtungen bestätigen also, abgesehen von der durch die Einreihungsschwierigkeiten hervorgerufenen Abweichung in der Auszählung der intermediären Formen, völlig die Befunde der übrigen Versuche, so daß die Aufstellung der Erbformeln und -gleichungen möglich ist. Bezeichnen wir die beiden Linien gemeinsamen Anlagen für das Chlorophyll mit G^x , die von Fg 3 verlorene mit G^v , dann ist die Erbformel für Fg 2 = $G^x G^x G^v G^v$ und für Fg 3 = $G^x G^x g^v g^v$ und die Kreuzung würde ergeben:

$$P : Fg 2 \times Fg 3 = G^x G^x G^v G^v \times G^x G^x g^v g^v,$$

$$F_1 = G^x G^x G^v g^v \text{ (dunkler als Fg 3, wahrscheinlich heller als Fg 2),}$$

$$F_2 = \underbrace{1 G^x G^x G^v G^v}_{\text{dunkel wie Fg 2}} + \underbrace{2 G^x G^x G^v g^v}_{\text{intermediär}} + \underbrace{1 G^x G^x g^v g^v}_{\text{hellgrün wie Fg 3.}}$$

Nach dieser Auffassung würde es sich also bei der Entstehung von Fg 3 um eine Verlustmutation handeln; es ist aber natürlich ziemlich gleichgültig, ob man sich den Hergang als wirkliches Ausfallen einer Erbanlage oder nur als deren Überführung in eine unwirksamere Form (Latenz) vorstellt; das Spaltungsverhältnis wird dadurch nicht berührt. Da bei den Kreuzungsbeobachtungen nichts hervorgetreten ist, was auf ein Wiedererscheinen des bei Fg 3 scheinbar fehlenden Faktors hindeutet, und da in den nun seit Auftreten der Mutation verflossenen 6 Jahren auch die neue Linie Fg 3 sich als fest vererbend zeigte, so ist die Annahme, daß bei der homozygotischen Ausgangspflanze für Fg 3 ein Doppelfaktor zu Verlust geraten ist, die einfachste und darum die wahrscheinlichste¹⁾.

Es ist der Fall auch deshalb interessant, weil er beweist, daß das Chlorophyllmerkmal bei der Gerste nicht, wie man nach verschiedenen Untersuchungen mit panaschierten Pflanzen annehmen könnte, von einer einzigen Anlage abhängig ist. Wenn bei den genannten anderweitigen Bastardierungen die gesamte Chlorophyllanlage in monohybriden Spaltungsverhältnissen auftrat, so sind entweder verschiedene homologe Erbanlagen in der Regel fest miteinander verbunden, und es verhält sich der ganze Komplex wie ein einheitliches Gen, oder es steht ein Konditionalfaktor für die Wirksamkeit des Blattgrün in Frage. Daß aber kein einfaches Erbelement, sondern ein Komplex von Einheiten für die Chlorophylleigenschaften der Gerste maßgebend ist, lehrt der Fall der Mutation Fg 3, die trotz Fehlens eines Chlorophyll-Gens mit voller Assimilationsbefähigung ausgestattet ist, und auch keine chlorophyllfreien Gewebepartien, keine Spur einer Weißfärbung oder Panaschierung aufweist; nur die Tiefe des Tones, also die Gesamtmenge des Chlorophylls und die Verteilung auf die einzelnen Zellen ist geändert.

In dieser Beziehung ist daher der vorstehende Befund in gewissem Umfang ein Analogon zu meinen Feststellungen über die Grünfaktoren bei der Pferdebohne²⁾, wo ich bei Bastardierungsversuchen mit pana-

¹⁾ Der Versuch, die „Mutationen“ als komplizierte Spaltungen zu erklären, erscheint vorläufig noch nicht aussichtsreich genug, um als Erklärungsprinzip allgemeine Verwendung finden zu können. Vergl. N. Heribert-Nilsson, Eine Mendelsche Erklärung der Verlustmutanten. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 1916, S. 870.

²⁾ L. Kießling, Selektions- und Bastardierungsversuche mit weißbunten Pferdebohnen. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung, Bd. II, 1914, S. 313.

schierten Formen auch zur Annahme mehrerer, sogar linienweise verschiedener Chlorophyllanlagen genötigt war. Ich bin auch überzeugt und habe das an anderer Stelle eingehend entwickelt¹⁾, daß bei der experimentell-statistischen Bestimmung von Erbanlagen nur ganz rohe Erkenntnisse über die genetische Struktur der Erbträger gewonnen werden und daß häufig die einfach erscheinenden Spaltungen nach niederen Potenzen der Zahl 4 nur der sinnlichen Wahrnehmung entsprechende arithmetische Zusammenfassungen sehr komplizierter und umfangreicher Reihen darstellen. Die auf vielen Versuchen beruhende Annahme polymerer Eigenschaften und gleichsinnig wirkender Faktoren ist nur der Anfang eines Eindringens in die sicherlich in viel feineren Abstufungen verlaufenden Vererbungsvorgänge; die bisher angenommenen kleinen Zahlen von Faktoren und deren Verteilung auf die Geschlechtszellen nach den Regeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung verhalten sich höchstwahrscheinlich zur wirklichen Erbteilung und ihren Grundsteinen wie in der Musik die Stufen der chromatischen Tonleiter zu den Schwingungen der tönenden Körper. Es ist gar nicht ausgeschlossen, daß auch in dem hier behandelten Fall noch kompliziertere Verhältnisse vorliegen, als es die aus den Bastardierungsversuchen zu ziehenden Schlüsse wahrscheinlich machen; bei der Geringfügigkeit der Differenzen zwischen den verschiedenen hier aufgetretenen Farben und der Unzulänglichkeit der sinnlichen Wahrnehmung ist aber eine genauere Analyse der Erscheinungen unmöglich. Daraus folgt aber nur, daß die durch derartige Untersuchungen aufgedeckten Regel- oder Gesetzmäßigkeiten nur eine Beziehung zu unseren Wahrnehmungsmitteln herstellen, nicht aber das tiefere Wesen der Erscheinungen erfassen.

Ein weiteres Interesse bieten die hier dargestellten Versuche auch gegenüber den sonstigen Erfahrungen mit hellgrünen Pflanzenvarianten. E. Baur²⁾ hat bei *Antirrhinum* gelblichgrüne (*aurea*-) Formen gefunden, diese sind sämtliche Heterozygoten gewesen. Wenn meine Gerstenmutation auch äußerlich diesen etwas ähnlich ist, so unterscheidet sie sich davon doch grundsätzlich durch ihre Homozygotie; sie hat in ungekreuzter Linie alle die Jahre hindurch keine Spaltungserscheinungen gezeigt und in

¹⁾ L. Kießling, Erbanalytische Untersuchungen über die Spelzenfarbe des Weizens. Landw. Jahrbuch f. Bayern, 1914, S. 102.

²⁾ E. Baur, Untersuchungen über die Erbliehkeitsverhältnisse einer nur in Bastardform lebensfähigen Sippe von *Antirrhinum majus*. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 25, 1907, S. 442 und die *Aurea*-Sippen von *Antirrhinum majus*. Zeitschr. f. ind. Abst.- u. Vererbungslehre, I, 1908, S. 124.

diesen Bastardierungsversuchen traten ebenfalls niemals Weißpflanzen oder auch nur panaschierte, weißrandige oder weißstreifige Abkömmlinge auf. In dieser Beziehung sind die Beobachtungen absolut sicher, da sowohl die Linie wie die Kreuzungsprodukte alljährlich in Einzelverbands-saat angebaut und vom Saattag an fast täglich überwacht wurden. Wenn hier Weißpflanzen aufgetreten wären, die wegen des Chlorophyllmangels nicht lebensfähig gewesen wären, so hätten sie beim Aufgehen unbedingt entdeckt werden müssen und außerdem wären bei frühzeitigem Tod die Fehlstellen in die Augen gefallen. Ebenso unterscheidet sich mein Material von den Chlorina-Pflanzen, die Baur¹⁾ bei *Antirrhinum* usw., Correns²⁾ bei *Urtica pilulifera* gefunden hatte und die ebenfalls Weißpflanzen absalteten, ferner von den Tabakchlorophyllvarianten Lodewijks³⁾, sowie von den weißgelblichen Maispflanzen Miles⁴⁾ und von den grünlichgelben Roggen- und Gerstenabweichungen Nilsson-Ehles. Dagegen scheint nach den Versuchen von Miles⁴⁾ die Linie Fg 3 ein Analogon in den grüngelben (golden) Rassen von Emerson zu haben, vorausgesetzt, daß diese homozygotisch sind, was bei Mais als Fremdbefruchter immerhin auch nach künstlichen Isolierungen zweifelhaft bleibt.

Es ist noch anzumerken, daß die obigen Angaben über die Konstanz der neuen Form Fg 3 einer kleinen Einschränkung bedürfen, indem in den großen Massensaatensorten der Linie 1914 vier Pflanzen entdeckt wurden, die Spuren einer Panaschierung zeigten. Die Vererbungsprüfung ergab bei dreien ein negatives Resultat: von der vierten Pflanze dagegen wurden Nachkommen gewonnen, die ebenfalls an den unteren Blättern der ersten Achse gelbliche Streifen wie die Mutter besaßen, während die höheren Blätter der Hauptmasse und diejenigen an den Nebentrieben normal waren. Diese wenigen Fälle des Auftretens von Abweichungen sind aber gegenüber den großen, Hunderte

¹⁾ E. Baur, Untersuchungen über die Vererbung von Chromatophorenmerkmalen bei *Melandrium*, *Antirrhinum* und *Aquilegia*. Zeitschr. f. ind. Abst.- u. Vererbungslehre, IV, 1910, S. 81.

²⁾ C. Correns, Vererbungsversuche mit blaß-(gelb)grünen und buntblättrigen Sippen bei *Mirabilis jalapa*, *Urtica pilulifera* und *Lunaria annua*. Ebendort, 1909, S. 291.

³⁾ J. A. Lodewijks, Erblichkeitsversuche mit Tabak. Ebendort, V, 1911, S. 150.

⁴⁾ Miles, F. C., A genetic and cytological study of certain types of albinism in maize. Journ. of Genetics, IV, B., 1915. Nach Ref. von Römer in Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung, III, 1915, S. 377.

von Quadratmetern umfassenden Aussaaten der letzten Jahre so vereinzelt, daß sie das Gesamturteil über die Linienkonstanz nicht beeinflussen können: derartige Chlorophyllvariationen kommen auch sonst oft in Gerstenfeldern vor, so daß sie leicht zu beobachten sind. Es ist anzunehmen, daß es meistens anatomische oder physiologische Störungen sind, die zur nichterblichen Veränderung der Chlorophyllbefähigung einzelner Zellgruppen führen; auch Verletzungen usw. können, wie ich an einer anderen Stelle gezeigt habe, in dieser Richtung wirken¹⁾.

Wie aus der Einleitung dieser Abhandlung hervorgeht, ist die Differenz zwischen den beiden Elternformen, soweit sie auf ein der Form Fg 3 mangelndes, der Form Fg 2 aber zugehöriges Gen für die Chlorophyllmerkmale zurückzuführen ist, auch anatomisch untersucht; denn Fg 3 ist von Fg 2 durch einen geringen Gehalt an Chlorophyllfarbstoff unterschieden; bei Anwendung gleicher Mengen des Extraktionsmittels (Alkohol) und gleicher Extraktionszeit lieferte der — heller grüne — Chlorophyllauszug von Fg 3 um etwa 12 % weniger Trockenrückstand (trockenes Chlorophyll) als der von Fg 2 erhaltene dunklere Alkoholauszug. Außerdem wurden in der früheren Arbeit noch folgende Untersuchungsbefunde mitgeteilt:

„Bezüglich der Größe der Chlorophyllkörner konnten keine Unterschiede zwischen Fg 2 und Fg 3 festgestellt werden. Die Anzahl der in der peripheren Zellschicht des Assimilationsgewebes, d. h. den der Epidermis zunächst gelegenen Zellen des Chlorophyllparenchyms, befindlichen Chlorophyllkörner scheint aber bei Fg 3 etwas geringer zu sein als bei Fg 2, denn eine Anzahl von Zählungen ergab bei Fg 2 durchschnittlich etwa 70 und bei Fg 3 nur etwa 50 Chlorophyllkörner in den Zellen. Doch ist der Unterschied in der Zahl der Chlorophyllkörner meist schon ohne Zählung zu erkennen, da sie bei Fg 2 dicht gedrängt liegen und sich gegenseitig vielfach abplatten, während sie bei Fg 3 durch Zwischenräume getrennt sind. Infolge der geringen Zahl der Spaltöffnungen von Fg 3, deren Schließzellen ja ebenfalls Chlorophyllkörner enthalten, während die übrige Epidermis in der Regel chlorophyllfrei ist, fällt bei dieser Form ein weiterer Anteil des Blattgrüns aus. Auch dadurch, daß das Zellgewebe des Schwammparenchyms von Fg 3 etwas lockerer und wasserreicher ist, während gleichzeitig in den Zellen weniger Chlorophyllkörner enthalten sind, wird das Grün, bezogen auf

¹⁾ Vergl. hierzu meine Abhandlung über „Einige besondere Fälle von chlorophylldefekten Gersten“ im gleichen Heft dieser Zeitschr.

die Flächeneinheit, bei Fg 3 herabgesetzt. Auf die Beziehung dieser Differenz zur physiologischen Funktion deutet ein Versuch, bei dem die Blätter mit Jod-Jodkali tingiert wurden: dabei färbten sich die Zellen von Fg 2 bedeutend dunkler als diejenigen von Fg 3, die somit weniger Assimilationsstärke enthielten.“

Man sieht aus diesen Angaben, daß der äußere Unterschied im Ton des Blattgrüns somit auf verschiedenen inneren Ursachen beruht. Wenn nun als Erbgrundlage für diese äußere Eigenschaft nach den Bastardierungsversuchen nur ein einziger Faktor angenommen wird, so äußert sich dieser in anatomisch recht verschiedener Weise — ein Umstand, der meine oben dargelegte Auffassung von der komplizierten Natur solcher scheinbar einfaktorieller Differenzen wohl zu unterstützen geeignet ist.

Noch auf einen weiteren Punkt sei aufmerksam gemacht. Der Unterschied in der physiologischen Leistungsfähigkeit des Chlorophyllapparats und im Wassergehalt hat zur Folge, daß die heller grünen, wasserreichen Fg 3-Pflanzen auch weniger kälteresistent sind als die dunkleren Fg 2-Formen. Es ist wegen des gleichsinnigen Verhaltens von Chlorophyllvarianten anderer Pflanzengattungen anzunehmen, daß dieser Unterschied sich mit den Farben vererbt, so daß also auch eine Spaltung nach der Kälteempfindlichkeit zu beobachten wäre. Wäre die Farbendifferenz beider Sorten Gerste recht geringfügig, so gering, daß sie nicht mehr auffällig würde, so würde man unter Umständen die Frostempfindlichkeit durch Spaltungszahlen feststellen können und dafür dann wahrscheinlich eine besondere Anlage verantwortlich machen. Auch diese Frage gibt Anlaß zu einer kritischen Betrachtung mendelstatistischer Feststellungen.

Die Untersuchungen über die Abweichung der Mutation Fg 3 von ihrer Stammlinie Fg 2 hatten gezeigt, daß sich außer dem auffälligsten Merkmal, dem Blattgrün, auch noch eine Reihe weiterer morphologischer und physiologischer Eigenschaften unterschiedlich bei beiden Linien verhalten. Es schien nun von Interesse zu sein, auch das Verhalten der Kreuzungen in diesen Beziehungen zu beobachten: dabei war aber von vornherein eine große Einschränkung der Feststellung geboten, weil die Mehrzahl der unterschiedlichen Merkmale einerseits bei der gleichen Form außerordentlich stark schwankt und sich andererseits von Form zu Form im Durchschnitt nur wenig auffällig abhebt, so daß sich die Variationskurven beider Linien im größten Teil des Areals decken. Da sich außerdem die einzelnen Typen während der Vegetation

Eigen- schaft	Jahr- gang	Anzahl der gemessenen Halm		Minimum — Maximum		Mittel + wahrsch. Fehler		Standard- abweichung		Variations- koeffizient	
		Fg 2	Fg 3	Fg 2	Fg 3	Fg 2	Fg 3	Fg 2	Fg 3	Fg 2	Fg 3
Halm- länge mm	1910	—	18	860—1070	890—1130	981 ± 31,3	1041 ± 41,9	—	—	—	—
	1911	—	124	1000—1225	980—1175	1130 ± 34,5	1076 ± 24,6	—	—	—	—
	1913	Fg 32	61	880—1200	910—1150	1060,9 ± 8,7	1046,9 ± 7,5	± 65,4	± 58,8	6,2	5,6
	1914	Fg 32	502	600—1295	595—1238	1073,4 ± 4,7	1052,5 ± 7,3	± 106,0	± 87,0	9,9	8,3
	1914	Fg 23	2445	662—1279	627—1240	1049,0 ± 1,7	1010,1 ± 3,4	± 84,7	± 87,5	8,1	8,7
Halm- dicke mm	1910	—	18	3,0—4,3	3,1—4,7	3,7 ± 0,24	3,8 ± 0,26	—	—	—	—
	1912	—	93	2,5—4,2	1,9—4,3	3,53 ± 0,40	3,57 ± 0,05	± 0,37	± 0,48	10,48	13,45
	1913	Fg 32	57	2,6—4,7	2,9—4,5	3,64 ± 0,56	3,53 ± 0,05	± 0,42	± 0,44	11,02	12,48
	1914	Fg 32	502	2,3—5,7	2,5—5,3	4,04 ± 0,02	3,93 ± 0,03	± 0,47	± 0,46	11,80	11,85
	1914	Fg 23	2445	2,0—5,8	1,9—5,4	4,07 ± 0,00	3,97 ± 0,01	± 0,47	± 0,47	11,55	12,02
Halm- ge- wicht g	1910	—	18	0,58—0,96	0,57—1,34	0,79 ± 0,07	0,85 ± 0,11	—	—	—	—
	1912	—	93	0,33—1,41	0,19—2,02	0,83 ± 0,02	0,80 ± 0,02	± 0,21	± 0,22	25,30	27,50
	1913	Fg 32	57	0,70—1,98	0,54—1,45	1,12 ± 0,03	0,97 ± 0,02	± 0,26	± 0,20	23,70	20,6
	1914	Fg 32	502	0,28—2,02	0,29—1,81	1,15 ± 0,01	1,07 ± 0,02	± 0,28	± 0,24	24,95	22,89
	1914	Fg 32	2444	0,43—2,24	0,29—2,18	1,18 ± 0,05	1,04 ± 0,01	± 0,29	± 0,28	25,08	27,40
Relat. Halm- ge- wicht g	1912	—	91	0,40—1,20	0,27—1,11	0,78 ± 0,02	0,75 ± 0,02	± 0,16	± 0,16	20,51	21,33
	1913	Fg 32	57	0,73—1,69	0,59—1,29	1,06 ± 0,02	0,95 ± 0,01	± 0,21	± 0,15	20,09	15,36
	1914	Fg 32	502	0,38—1,78	0,49—1,48	1,07 ± 0,01	1,00 ± 0,02	± 0,02	± 0,19	20,28	19,12
	1914	Fg 23	2444	0,51—1,85	0,48—1,86	1,11 ± 0,01	1,02 ± 0,01	± 0,22	± 0,22	20,16	21,79
	1912	—	92	32—89	26—94	65 ± 1,10	67 ± 1,34	± 10,58	± 12,60	16,28	18,81
Spindel- länge mm	1913	Fg 32	57	52—104	52—107	79,51 ± 1,4	78,49 ± 1,58	± 10,63	± 12,34	13,87	15,72
	1914	Fg 32	502	43—130	45—120	85,71 ± 0,6	81,70 ± 1,22	± 14,55	± 14,60	16,97	17,85
	1914	Fg 23	2444	41—129	47—130	88,97 ± 0,26	86,1 ± 0,52	± 12,98	± 13,46	14,58	15,63

Ähren mit Grannen	1912	—	91	91	166—227	148—239	200 + 1,37	202 + 1,52	+ 13,1	+ 14,5	6,55	7,18
	1913	Fg 32	57	61	190—260	170—255	221,54 + 2,21	216,18 + 2,12	+ 16,71	+ 16,62	7,54	7,68
	1914	Fg 32	423	106	118—255	120—232	195,26 + 2,08	183,3 + 2,09	+ 24,85	+ 21,54	12,72	11,75
	1914	Fg 23	2072	561	104—290	100—264	203,17 + 0,57	195,01 + 1,11	+ 26,00	+ 26,35	12,79	13,51
Korn- ge- wicht g	1910	—	18	22	0,80—1,49	0,92—1,96	1,16 + 0,12	1,33 + 0,19	—	—	—	—
	1912	—	93	91	0,45—1,88	0,23—1,87	1,18 + 0,03	1,19 + 0,03	+ 0,27	+ 0,30	22,88	25,21
	1913	Fg 32	57	61	0,74—1,78	0,82—1,78	1,39 + 0,03	1,32 + 0,02	+ 0,23	+ 0,22	16,93	16,55
	1914	Fg 32	502	142	0,56—2,15	0,09—1,96	1,38 + 0,01	1,32 + 0,02	+ 0,24	+ 0,23	17,60	17,97
	1914	Fg 23	2445	665	0,59—2,11	0,54—2,09	1,43 + 0,005	1,34 + 0,01	+ 0,25	+ 0,26	17,76	20,00
	1910	—	18	22	18—28	18—33	24,2 + 1,9	25,3 + 2,8	—	—	—	—
Ähr- chen mit Korn	1911	—	124	100	22—32	23—31	27,1 + 1,47	27,8 + 1,39	—	—	—	—
	1912	—	93	92	11—30	8—31	22,7 + 0,44	23,8 + 0,38	+ 4,2	+ 3,6	18,50	15,13
	1913	Fg 32	57	61	21—29	19—32	25,14 + 0,28	25,8 + 0,32	+ 2,14	+ 2,55	8,54	9,89
	1914	Fg 32	502	142	15—33	17—32	26,3 + 0,13	26,14 + 0,24	+ 3,00	+ 2,88	11,43	11,94
	1914	Fg 23	2446	666	16—35	15—35	28,26 + 0,05	28,19 + 0,1	+ 2,57	+ 2,81	9,09	9,96
	1912	—	93	92	1—7	1—6	2,6 + 0,11	2,64 + 0,11	+ 1,1	+ 1,02	32,31	38,64
Tauben Ähr- chen	1913	Fg 32	57	61	1—7	0—4	2,19 + 0,14	2,18 + 0,10	+ 1,08	+ 0,80	49,24	36,69
	1914	Fg 32	502	142	0—9	1—5	2,57 + 0,04	2,52 + 0,07	+ 0,96	+ 0,90	37,35	36,07
	1914	Fg 23	2442	666	0—9	0—7	2,92 + 0,02	2,84 + 0,03	+ 1,10	+ 0,99	37,97	34,89
	1910	—	18	22	20—30	21—36	26,6 + 1,8	28,0 + 2,7	—	—	—	—
Ähr- chen- stufen	1911	—	124	100	25—35	25—33	29,2 + 1,54	29,9 + 1,41	—	—	—	—
	1912	—	93	92	16—32	14—33	25,6 + 0,32	26,6 + 0,36	+ 3,1	+ 3,5	12,11	13,16
	1913	Fg 32	57	61	24—32	21—34	27,33 + 0,27	28,01 + 0,33	+ 2,1	+ 2,65	7,70	9,46
	1914	Fg 32	502	142	18—34	19—34	28,37 + 0,12	28,13 + 0,25	+ 2,90	+ 2,99	10,23	10,62
	1914	Fg 23	2445	666	19—38	17—37	30,68 + 0,05	30,53 + 0,10	+ 2,60	+ 2,82	8,49	9,23
	1910	—	18	22	4,26—5,33	4,38—5,95	4,78 + 0,19	5,18 + 0,33	—	—	—	—
100 Korn- ge- wicht	1911	—	124	100	4,32—5,78	4,69—5,85	5,57 + 1,7	5,40 + 2,6	+ 0,46	+ 0,55	9,02	11,13
	1912	—	93	91	4,07—6,28	3,12—6,23	5,10 + 0,05	4,94 + 0,06	+ 0,62	+ 0,45	11,14	8,76
	1913	Fg 32	57	61	3,36—7,05	3,82—6,15	5,59 + 0,08	5,23 + 0,05	+ 0,47	+ 0,49	8,91	9,57
	1914	Fg 32	502	142	3,50—6,72	3,84—7,00	5,30 + 0,02	5,15 + 0,04	+ 0,56	+ 0,61	11,02	12,90
	1914	Fg 23	2445	666	2,80—6,81	2,71—6,33	5,13 + 0,01	4,77 + 0,02	—	—	—	—

nur wenig scharf voneinander abhoben, und der einzige augenfällige Unterschied, die Tiefe der Grünfärbung, schon nicht zu einer scharfen Gruppierung genügte, so mußten den übrigen Beobachtungen innerhalb der gegebenen engen Grenzen schier unüberwindliche Schwierigkeiten erwachsen.

Infolgedessen mußte auf Messungen an den wachsenden Pflanzen völlig verzichtet werden; dagegen wurden die reifen Pflanzen, soweit sie einigermaßen gut entwickelt waren, in je zwei Achsen genauer untersucht und die Zahlen nach der Farbenzugehörigkeit verrechnet. Insgesamt wurden annähernd 2000 Pflanzen aus den Ernten 1913 und 1914 der genaueren Untersuchung unterzogen; die Ergebnisse dieser umfangreichen Arbeit finden sich auszugsweise und kurz zusammengestellt in der vorstehenden Tabelle (s. S. 156 und 157), und zwar sind unter Fg 2 die von dieser Linie 1910—1912, sowie die von den dieser Linie äußerlich gleichen, also normal grünen Bastardierungsnachkommen 1913 und 1914 gewonnenen Ergebnisse mitgeteilt; unter Fg 3 finden sich die Zahlen für diese mutierte Form 1912 und diejenigen der farbegleichen Bastarde von 1913 und 14. Die für die Übergangsfarbe ermittelten Zahlen möchte ich nicht wiedergeben, da sie hinsichtlich der Gruppierung aus den früher angegebenen Gründen nicht sicher genug erscheinen.

Aus der Tabelle läßt sich ohne Zwang der Schluß ableiten, daß die Stammlinie Fg 2 und die ihr ähnlichen Bastarde in der Produktionsfähigkeit bevorzugt erscheinen, da sie in der Länge und in der Dicke des Halms, im absoluten Gewicht und in dem auf gleiche Länge bezogenen Einheitsgewicht des Halms durchschnittlich höhere Zahlen ergeben haben. Der gleiche Mehrwert ergibt sich für die Ährenlänge (Spindellänge) von Fg 2, was nicht verwunderlich ist, da im allgemeinen innerhalb gleicher Typen, von Einheitsrassen und reinen Linien, beim Getreide eine morphologische gleichsinnige Korrelation zwischen Halm- und Ährenlänge besteht. Auch die Grannen des Fg 2-Typs sind bei den Bastarden länger, während sie bei der reinen Linie kürzer sind: die Unterschiede sind aber nicht beträchtlich. Die Anzahl der Ährchenansätze (Ährchenstufen), der ausgebildeten Körner und der tauben und verkümmerten Ährchen ist bei beiden Formen praktisch gleich groß: die vorhandenen Unterschiede sind weder gleichlaufend noch bedeutend genug, um andere Schlußfolgerungen zu erlauben. Dagegen ist wieder der gewichtsmäßige Kornerntrag der Bastarde vom Fg 2-Typus und deren Korngröße, ausgedrückt durch das Hundertkorngewicht, größer als bei der anderen Form. Die Variationsbreite ist bei der Fg 3-Form in einer

Reihe von Fällen größer als bei der Stammform (z. B. immer bei der Halmstärke, der Ährenlänge und der Zahl der Ährchenstufen), was auf die schon früher festgestellte Empfindlichkeit dieser Form gegenüber der Lebensbedingung unter dem Einfluß der geringen Assimilationskraft hinweist. Wenn auch diese festgestellten Differenzen dem Werte nach meistens nicht bedeutend sind und häufig in die Fehlergrenzen fallen, so genügen sie doch, um das Urteil über die Mutation und ihre genetischen Beziehungen zu klären.

Ich habe bereits 1912 die Hypothese angedeutet, daß die Abschwächung der Fähigkeit zur Chlorophyllbildung die Grundtatsache der Mutation sein mag; die damals festgestellte Vermehrung der assimilatorischen Flächen, besonders die Vergrößerung der Blätter der Gerstpflanzen, könnte dann als kompensatorische Selbstregulation, die nachgewiesene Erhöhung des Wassergehalts und die ebenfalls festgestellte Verminderung der Spaltöffnungen als Hilfsmittel für diese Einstellung, und die beobachtete Änderung des Entwicklungsrhythmus der Pflanzen als Folge dieser Umstellungen aufgefaßt werden; als genetische Ursache käme der Verlust eines Doppelfaktors für die Chlorophyllbefähigung in Frage, die dann allerdings von einer größeren Anzahl homomerer Faktoren abhängig zu denken ist. Nach den vorstehenden Bastardierungserfahrungen werden die Grundlagen dieser Hypothese weiter gefestigt: die Chlorophylldifferenz hat sich als einen Defekt der mutierten Form erwiesen, die auf dem Verlust oder, wenn man will, auf einem Unwirksamwerden einer Erbanlage beruht, die zusammen mit den hier nicht ausgeschiedenen anderen und auch der Mutation Fg 3 eigenen Genen für die Chlorophyllbefähigung in der Stammlinie Fg 2 wirksam ist und durch Kreuzung übertragen werden kann. Der Mangel an Chlorophyllbefähigung, der auf der Abwesenheit dieses Gens oder seiner Unwirksamkeit beruht, äußert sich nicht nur in einer helleren Farbe des vegetativen Teils und den sonstigen oben erwähnten anatomischen Abweichungen gegenüber der Normalform, sondern auch in einer geringeren Produktionsfähigkeit als Wirkung geringerer Assimilationsarbeit, die in der geringeren Größe der vegetativen Organe und der Früchte, also in einem geringeren Ertrag an Stroh und Korn zum Ausdruck kommt. Diese Feststellung erledigt die andere Alternative — es könnte die Mutation Fg 2 → Fg 3 auch progressiven Charakter haben, und die Vergrößerung der vegetativen Organe und die Änderung des Entwicklungsrhythmus als Neuerwerb zu betrachten sein.

Einige besondere Fälle von chlorophylldefekten Gersten.

Von L. Kießling, Weißenstephan.

Das Erbverhalten von abweichenden Chlorophyllmerkmalen ist in den letzten Jahren durch eine Reihe schöner Arbeiten geklärt worden. Abgesehen von den ergebnisreichen Studien von E. Baur an *Malvaceen*, *Ligustrum*, *Laburnum*, *Fraginus*, *Sorbus*, *Ptelea*, *Antirrhinum*, *Pelargonium*, *Melandrium* usw., sowie von C. Correns an *Mirabilis*, *Urtica* und *Lunaria* wurden auch bei den landwirtschaftlichen Kulturpflanzen und hier wieder besonders bei Getreide von verschiedenen Forschern Chlorophyllanomalien beobachtet und bezüglich der Erbliehkeitsverhältnisse untersucht. So hat Nilsson-Ehle¹⁾ 1913 über *Roggen*, *Gerste* und *Hafer* berichtet und monohybride Spaltung bezüglich des Chlorophyllmerkmals mit starker Dominanz des Grünfaktors festgestellt und zwar sowohl gegenüber einem rezessiven Weiß wie einem Gelb. H. A. B. Vestergaard²⁾ hat bei dänischer *Landgerste* ebenfalls einfaktorielle Differenz zwischen weißen und grünen Pflanzen festgestellt und aus Grünheterozygoten 24,5—26,8% Weißlinge erhalten. Das gleiche Ergebnis zeigten Vererbungsversuche von B. Kalt³⁾ bei *Wintergerste* (künstliche Bastardierungsversuche) und bei *Roggen*. In allen diesen Fällen waren die Heterozygoten grün und von den grünen Homozygoten nicht zu unterscheiden; die negativ veranlagten Pflanzen waren weiß bzw. gelblich, bei Roggen durch Anthozyan auch rötlich: die Heterozygoten

¹⁾ Nilsson-Ehle, Einige Beobachtungen über erbliche Variation der Chlorophylleigenschaft bei den Getreidearten. Zeitschr. für ind. Abst.- und Vererbungslehre, IX, S. 289, 1913. Hier auch weitere Literatur.

²⁾ Vestergaard, H. A. B. Jagttagelser vedrørende bladgrantlose Byplanter. Tidsskr. Landbrug. Planteavl 151, 1914. Nach Ref. im Zool. Zentralbl. S. 453, 1916.

³⁾ Kalt, Bertram, Ein Beitrag zur Kenntnis chlorophyllloser Getreidepflanzen. Zeitschr. E. Pflanzenzüchtung IV, S. 143, 1916.

spalteten durchschnittlich auf drei grüne eine weiße bzw. eine gelbliche Pflanze ab.

Ich selbst habe in Weihenstephan in verschiedenen Jahren und bei verschiedenen Kulturpflanzen einschlägige Beobachtungen gemacht, die z. T. auch schon veröffentlicht sind¹⁾. Nachfolgend soll kurz über einige Fälle berichtet werden, die in bemerkenswerter Weise von den seitherigen Feststellungen abweichen. Dabei handelt es sich immer um die zweizeilige nickende Sommergerste *Hordeum distichum* L. *mutans* Schübl.

I.

Unter den Nachkommen einer Weihenstephaner Zuchtlinie (Nf 2194), die aus einer im Jahre 1908 ausgeführten Bastardierung der beiden reinen Linien der Saatzuchtanstalt Ng 2 × Fg 2 herangezogen war, fanden sich in der F₂-Generation 1913 in bezug auf das Chlorophyllmerkmal variierende Individualnachkommenschaften, in denen gestreifte und ganz weiße Pflanzen auftraten. Die Erscheinung gehörte also zu der als „Albicatio“ bezeichneten Gruppe von Panaschierungen. Die reinen Elternlinien haben weder vorher noch seither derartige Anomalien gezeigt, obwohl jährlich sehr viele Individualsaaten und außerdem Parzellensaaten größeren und kleineren Umfangs ständig beobachtet werden; ebensowenig war diese Variation in den umfangreichen Ansaaten der verschiedenen anderen Bastardierungsnachkommenschaften der gleichen Eltern aufgetreten. Die drei Mutterpflanzen dieser Nachkommenschaften stammten aus Früchten, deren Anlage an der Großmutterähre kurz vor der Blüte durch Injektion einer stark verdünnten Lösung von salpetersaurem Kali (1:5000) in den Fruchtknoten beeinflußt worden war. Die gleiche Injektion wurde noch bei einer großen Anzahl anderer Pflanzen vorgenommen, ohne ähnliche Variationserscheinungen nach sich zu ziehen. Von den drei Zuchtpflanzen, deren weitere Nachkommenschaft hier behandelt wird, waren zwei (a und b) im ersten Jahr normal grün, während die dritte (c) schon 1912 eine auffallende Weißstreifung der ersten Blätter zeigte; diese nahm bei den späteren Blättern ab und das fünfte und sechste Blatt war fast ganz grün, nur ein ganz zarter weißer Randstreifen deutete noch die Abnormalität an.

Die Einzelansaat der Körner dieser drei Pflanzen ergab nun wie erwähnt 1913 ganz bunte Nachkommenschaften. Ein Teil der Keim-

¹⁾ Vergl. Zitat auf S. 169.

pflänzchen war ganz weiß ohne jede Spur von Grün: diese starben teilweise frühzeitig ab, teilweise tauchten an den zweiten und dritten Blättern grüne Streifen auf, die eine bescheidene Assimilation erlaubten und den Pflanzen bei den möglichst günstig gestalteten Wachstumsverhältnissen das Leben erhielten. Die von vornherein gestreiften Keimpflänzchen zeigten ein wechselndes Verhältnis zwischen weißen und grünen Blattflächenanteilen: in der Regel waren die ersten Blätter die chlorophyllärmsten, während die folgenden mehr und mehr Grün bildeten, bis die fünften und sechsten Blätter ein ganz normales, oder höchstens durch winzige, ganz schmale Streifen oder durch weiße Ränder gekennzeichnetes Aussehen hatten. Bei manchen Pflanzen waren aber auch die oberen Blätter noch recht deutlich weißstreifig. Erwähnenswert ist, daß auch einige Pflanzen, die nach den ersten Blättern normal grün erschienen, später an den jüngeren Blättern eine schwache Streifung brachten, so daß sie nachträglich in die Gruppe der panaschierten aufgenommen wurden. — Außerdem fanden sich noch sehr viele grüne und scheinbar normale Pflanzen. Die vorstehenden Ausführungen zeigen, daß eine einmalige Auszählung bei solchen Versuchen nicht genügt; wir haben deshalb von April bis anfangs Juni, also bis die Pflanzen schoßten, immer wiederholt Aufschreibungen gemacht und die einzelnen Pflanzen mit verschieden gefärbten Stöcken und Ringen bezeichnet, um die Veränderung in der Verteilung des Blattgrüns verfolgen zu können.

Die nachfolgende Übersicht enthält nun die an einigen Beobachtungstagen (1913) gemachten Auszählungen:

Datum der Beob- achtung	Mutterpflanze a			Mutterpflanze b			Mutterpflanze c		
	normal- grüne	ge- streifte	ganz weiße	normal- grüne	ge- streifte	ganz weiße	normal- grüne	ge- streifte	ganz weiße
	Töchter	Töchter	Töchter	Töchter	Töchter	Töchter	Töchter	Töchter	Töchter
26. IV.	130	23	4	94	8	6	0	30	7
29. IV.	130	23	5	94	9 ²⁾	5	0	30	6 ³⁾
2. V.	130	22 ¹⁾	5	94	10 ²⁾	4	0	30	5 ³⁾
13. V.	130	22	3 ¹⁾	94	14 ²⁾	0	0	30	5
20. V.	124	28 ¹⁾	3	94	14	0	0	34 ²⁾	1
24. V.	124	30 ²⁾	1				0	35 ²⁾	0
3. VI.	124	31 ²⁾	0						

¹⁾ Zugang aus der Reihe der ursprünglich grünen Pflanzen.

²⁾ Zugang aus der Reihe der ursprünglich weißen Pflanzen.

³⁾ Abgang durch Tod.

Wie ersichtlich, verhalten sich die drei Nachkommenschaften verschieden; aber die Zahlenreihen machen im allgemeinen den Eindruck einer Mendelschen Spaltung. Die Linien a) und b) spalten in grüne, gestreifte und weiße Pflanzen: hier war die Mutterpflanze völlig grün, also scheinbar normal gewesen. Pflanze c) war dagegen schon 1912 gestreift und spaltete gar keine grünen Töchter ab, sondern nur gestreifte und weiße. Das Zahlenverhältnis der Spaltungen ist nicht ganz einfach zu bestimmen, weil die verschiedenen Gruppen sich im Laufe der Zeit geändert haben. Werden als grün nur diejenigen Pflanzen gezählt, die auch später keine Streifung zeigten, und ebenso als weiß nur die dauernd weißen unter Einschluß der abgestorbenen, so haben wir bei Linie a) 124 grüne, 31 gestreifte und 2 weiße Töchter; bei b) 94 grüne und 14 gestreifte Pflanzen. Eine monohybride Spaltung liegt hier keinesfalls vor, auch wenn man annimmt, daß von den weißen Pflanzen vielleicht einige sehr frühzeitig und vor der ersten Auszählung abgestorben sein könnten; gesät waren nämlich von a) = 180, von b) = 120 Körner, so daß im ersten Fall 23, im zweiten 12 Körner nicht in den Pflanzenzahlen erschienen. Dagegen ist die Spaltungsreihe von a) einer dihybriden sehr ähnlich, nämlich der theoretischen Reihe 12:3:1 (hier 12,6:3,2:0,2). Ergänzt man zu der b)-Reihe einige weiße Pflanzen, dann kann hier die gleiche theoretische Spaltungsreihe erhalten werden. Dieser Schluß wäre auch deshalb nicht unberechtigt, da unter den Grünpflanzen, wie in bestimmten Fällen bei a) beobachtet, vielfach noch gestreifte stecken, vielleicht mit so wenig Weiß, daß es leicht zu übersehen ist: und da einzelne Weißpflanzen so bald abgestorben sein können, daß sie ebenfalls nicht zur Beobachtung kamen.

Die Abkömmlinge von c) spalten nun überhaupt keine Grünpflanzen ab. Das könnte, wenn man Dominanz der Grünanlage annimmt, wie sie durch sonstige Versuche wahrscheinlich gemacht ist, durch Pflanzenverlust bei der Keimung oder infolge von Beobachtungsfehlern allein nicht erklärt werden, da nur 60 Körner gelegt wurden, denen 37 beobachtete Keimpflanzen gegenüber stehen. Größere Zählfehler sind wegen der sechsmaligen Wiederholung der Beobachtung überhaupt ausgeschlossen. Bei nur einmaliger Notierung zu einem späten Zeitpunkt, z. B. am 24. V., würde sich scheinbar sogar eine konstante Vererbung der Streifung ergeben haben. Die erste Beobachtung allein am 26. IV. würde dagegen ein monohybrides Verhältnis zwischen den gestreiften und den weißen Pflanzen erschließen lassen (hier 4,3:1); dieser Erklärung steht aber die nachträgliche teilweise Ergrünung von fünf der

ursprünglichen sieben Weißlinge entgegen. Eine einfache Erklärung ist nur möglich, wenn man hier einen besonders großen Verlust von Weißpflanzen bei und kurz nach der Keimung annimmt, also etwa elf verloren gehen läßt: die Zahl der gesäten Körner würde diese Annahme erlauben, ebenso der dreiwöchige Abstand zwischen dem Anbautag (5. IV.) und der ersten Beobachtung. Dann würde man hier zu einer einfachen Spaltung: „Gestreift“ : „Weiß“ = 3 : 1 kommen; die Abweichung gegenüber den Linien a) und b) ist jedenfalls eine genetisch bedingte, da auch die Mutterpflanze von c) schon gestreift war, während die von a) und b) grün zu sein scheinen.

Unter diesen Voraussetzungen würde der Unterschied zwischen den verschiedenen Gerstenformen auf den Grünfaktoren G1 und G2 beruhen, die in den konstant grünen Gersten doppelt vorhanden sein, in den Weißpflanzen völlig fehlen würden, während die gestreiften Pflanzen nur einen dieser Faktoren z. B. G2 hätten, und die spaltenförmigen Grünpflanzen beide oder nur G1 heterozygotisch nach folgenden Gleichungen:

$$\begin{aligned} \text{a) und b) } G_1 g_1 G_2 g_2 &= 9 \frac{G_1 G_2 + 3 G_1 + 3 G_2 + 1}{\text{spaltende Grünpl.} \quad \text{grün} \quad \text{gestreift} \quad \text{weiß}} gg \\ \text{c) } G_2 g_2 &= 3 G_2 + 1 g_2 \\ &\quad \text{gestreift} \quad \text{gestreift} \quad \text{weiß.} \end{aligned}$$

Die Beobachtungen an der nächsten Generation (1914) zeigten aber, daß der Fall nicht so liegen kann. Die nachfolgenden Tabellen enthalten zunächst die Auszählungen vom 20. April 1914, und zwar sind bei den Linien b) und c) die Individualsaaten in je zwei Gruppen aufgeführt, die erste mit den Saaten ohne Grünabkömmlinge, die zweite mit den Individualsaaten, welche auch Grünpflanzen ergaben. Die unter 0 gebuchten Keimpflanzen waren bei dieser Beobachtung ganz weiß, die unter 5 völlig grün; die unter den Ziffern 1, 2, 3 und 4 zeigten mit der Zahl steigende Anteile von Grünflächen.

Nf b

Nr.	0	1	2	3	4	5	Sa.
2	2	1	—	—	2	—	5
4	—	2	—	1	8	—	11
1	1	1	—	1	2	27	32
3	3	3	—	3	—	1	10
5	2	—	—	4	9	7	22
Sa.	8	7	—	9	21	35	80

Nf a

Nr.	0	1	2	3	4	5	Sa.
2	—	3	3	9	18	—	33
3	6	7	7	4	4	—	28
7	2	—	—	—	21	—	23
8	—	—	1	1	28	—	30
10	2	2	6	3	2	—	15
11	—	—	5	6	15	—	26
12	2	1	1	6	—	—	10
13	6	2	1	—	—	—	9
14	1	1	2	—	—	—	4
16	—	2	1	8	13	—	24
Sa.	19	18	27	37	101	—	202
1	—	—	—	1	4	21	26
4	—	—	1	1	14	14	30
5	2	—	2	3	11	6	24
6	6	—	3	2	—	14	25
15	4	2	4	3	2	12	27
17	—	—	—	—	2	26	28
18	—	—	—	1	8	19	28
19	1	2	3	8	5	3	22
Sa.	13	4	13	19	46	115	210

Nf c

Nr.	0	1	2	3	4	5	Sa.
4	—	1	11	9	—	—	21
6	2	3	7	7	4	—	23
7	1	2	4	—	—	—	7
10	3	1	1	2	1	—	8
13	3	9	7	—	—	—	19
14	3	2	5	5	3	—	18
16	4	2	3	—	—	—	9
17	6	3	2	—	—	—	11
18	11	3	6	1	4	—	25
21	1	1	6	7	—	—	15
22	2	2	6	5	—	—	15
Sa.	36	29	58	36	12	—	171
1	3	—	3	7	2	1	16
2	7	6	18	45	46	41	163
3	—	1	2	2	8	2	15
5	2	1	2	5	27	11	48
8	2	3	7	7	4	2	25
9	5	5	5	—	1	9	25
11	9	7	14	13	4	5	52
12	5	7	4	6	1	2	25
15	3	3	9	9	6	1	31
19	8	6	2	—	5	1	22
20	3	2	7	6	4	27	49
23	1	3	6	5	3	2	20
Sa.	48	44	29	105	111	104	491

Hinzuzufügen ist der Übersicht noch, daß eine Individualsaat aus a) völlig grün war und zwar scheinbar einheitlich bei allen Pflanzen; auch später traten darin keine Chlorophyllabweichungen auf.

Faßt man die Zahlen der gestreiften Klassen 1—4 zusammen, da deren Unterschiede doch recht schwer zu bewerten sind und nur auf Schätzung beruhen, und drückt man die Verhältnisse in Sechszehnteln aus, also den Zahlenreihen der dihybriden Spaltung, so erhält man folgendes Bild (s. Tabelle S. 166):

Die eingeklammerten Zahlen sind die um die „Individualsaaten ohne Weißpflanzen“ verringerten Beträge.

Nach den obigen Zahlen würden die nur in zwei Farben zerlegten Individualsaaten der Linie c) ein der einfaktorigen Spaltung entsprechende

Weißpflanzen	Beobachtete Zahlen			Verhältniszahlen ($\frac{n}{16}$)		
	Streifpflanzen	Grünpflanzen	Sa.	Weißpflanzen	Streifpflanzen	Grünpflanzen
Nf a einf. Spalt. 19 (19)	183 (60)	—	202	1,5 (3,4)	14,5 (12,6)	—
" b " " 2	14	—	16	2	14	—
" c " " 36 (36)	135 (114)	—	171	3,4 (3,8)	12,0 (12,2)	—
" a völlige " 13 (13)	82 (50)	115 (35)	210 (98)	1,0 (2,1)	6,2 (8,2)	8,8 (5,7)
" b " " 6	23	35	64	1,5	5,8	8,8
" c " " 48	339	104	491	1,6	11,0	3,4

Aufteilung zeigen und damit dem vorjährigen Ergebnis der gleichen Linie entsprechen: das gleiche würde die Linie a) geben, wenn man die Individualsaaten ohne Weißpflanzen ausscheidet (eingeklammerte Zahlen). Die Linie b) soll wegen zu geringer Pflanzenzahl nicht weiter berücksichtigt werden. Die Individualsaaten, die auch grüne Pflanzen abspalten, verhalten sich nicht ganz gleichsinnig und auch abweichend gegenüber dem Vorjahr, wo viel mehr grüne und weniger gestreifte Pflanzen beobachtet wurden. Es würde zwar nicht schwer fallen, eine Erbformelgleichung auf der Grundlage der Faktorentheorie aufzustellen; es soll aber darauf verzichtet werden, weil die Ergebnisse dieser ersten Auszählung ja durch die folgenden korrigiert werden. Denn es wiederholte sich die Beobachtung von 1913, daß ein großer Teil der weißen Keimpflanzen später streifig ergrünte; diese müssen dann nicht mehr unter die Weißlinge eingezählt werden, sondern unter die gestreiften. Auch die schwächer grünen, also stark weißstreifigen Pflanzen setzten in den jüngeren Blättern sehr häufig Grün zu. Endlich zeigten verschiedene ursprünglich grüne Pflanzen an den jüngeren Blättern doch Streifen, wodurch sie nachträglich in die Mittelgruppe fielen. Die nicht ergrünten Weißpflanzen starben natürlich ab. Die bunten Pflanzen, welche zu einer völligen Entwicklung, zu Blüte und Fruchtreifung gelangten, blieben in der Größe und Produktivität hinter den grünen normalen Individuen zurück und zwar blieben sie umso schwächer, je mehr „Weiß“ sie hatten und je länger dieses anhielt. Da dies lediglich eine Folge der verminderten Assimilation ist, so soll darüber nicht weiter verhandelt werden.

Die nachfolgenden Tabellen (s. S. 167 und 168) enthalten die Ergebnisse der Aufschreibung vom 27. IV.: an diesem Tag war bei allen

Pflanzen schon das zweite Blatt völlig und bei vielen auch schon das dritte teilweise entwickelt.

Linie a

Nr.	Anzahl der Töchter		
	weiß	gestreift	Sa.
1	—	26	26
2	—	33	33
3	3	25	28
7	2	21	23
8	—	30	40
10	2	13	15
11	—	26	26
12	2	8	10
13	3	6	9
14	1	3	4
16	—	24	24
<hr/>			
Sa. ohne einheilt.	13	76	89
Relativ	2,3	13,7	16

Nr.	Anzahl der Töchter			
	weiß	ge- streift	grün	Sa.
4	—	23	7	30
5	2	19	3	24
6	3	15	7	25
15	4	17	6	27
17	—	15	13	28
18	—	17	8	25
19	1	18	3	22
<hr/>				
Sa. 4 + 17 + 18	—	55	28	83
Relativ	—	10,3	5,7	16
Sa. 5 + 6 + 15 + 19	10	69	19	98
Relativ	1,6	11,3	3,1	16

Linie b

Nr.	Anzahl der Töchter		
	weiß	gestreift	Sa.
2	2	3	5
4	—	11	11

Nr.	Anzahl der Töchter			
	weiß	gestreift	grün	Sa.
1	1	8	23	32
3	3	6	1	10
5	2	14	6	22

Bei der bunten Mannigfaltigkeit der „Spaltungen“ ist es eigentlich hier wie bei der vorherigen Zusammenstellung unzulässig, Mittelzahlen zu ziehen; der Übersicht halber ist das aber bei der Linie a) wie bei c) geschehen und es sind auch die Zahlen auf dem gemeinschaftlichen Nenner 16 gebracht. Man könnte nun an die vorstehenden Zahlen noch eine Reihe von mehr oder weniger wahrscheinlichen Spekulationen und Umrechnungen durch Gruppierung, Ergänzungen und Hilfsannahmen knüpfen, so daß schließlich doch eine zureichende Erklärung der Spaltungsverhältnisse zustande käme. Aber abgesehen

Linie c

Nr.	Anzahl der Töchter			Nr.	Anzahl der Töchter			
	weiß	gestreift	Sa.		weiß	gestreift	grün	Sa.
3	—	15	15	1	1	14	1	16
4	—	21	21	2	3	140	20	163
6	2	21	23	5	1	36	11	48
7	1	6	7	9	3	19	3	25
8	2	23	25	11	4	43	5	52
10	1	7	8	12	2	22	1	25
13	2	17	19	15	3	27	1	31
14	1	17	18	19	4	17	1	22
16	3	6	9	20	2	43	4	49
17	3	8	11	23	—	18	2	20
18	7	18	25	Sa. (ohne 23) Relativ	23	379	49	451
21	1	14	15		0,8	13,5	1,7	16
22	1	14	15					
Sa. (ohne 3 u. 4)	24	151	125					
Relativ	2,2	13,8	16					

davon, daß die späteren Notierungen eine weitere Verschiebung der Zahlenreihen ergaben, bin ich der Ansicht, daß hier überhaupt kein Mendelfall vorliegt, sondern daß die drei Linien lediglich in Bezug auf das Chlorophyllmerkmal defekte, aber sehr variable, homozygotische Einheitsrassen darstellen. Zu dieser Auffassung bewegt mich einmal der Umstand, daß die scheinbaren Spaltungszahlen keiner Wahrscheinlichkeitsregel folgen wollen, oder wenigstens nicht ohne sehr weitherzige Auslegung, wie sie allerdings bei Kreuzungsstudien nicht gerade selten getroffen wird. Ferner spricht gegen die Annahme regelrechter Aufspaltung, daß die Unterschiede zwischen den Linien a), b) einerseits und c) andererseits vom Jahre 1912 und 1913 im Jahre 1914 nicht in einer der Erfahrung und der Theorie entsprechenden Regelmäßigkeit wiederkehren, wie überhaupt die Verteilungskurven hinsichtlich der Individuenzahlen in den letzten beiden Jahren (besonders nach der zweiten Beobachtung 1914) so grundsätzlich verschieden sind, daß gleichgerichtete Vererbungstendenzen höchstens bezüglich der Anzahl der Weißpflanzen mit einiger Mühe herausgelesen werden können, während bezüglich der Grünpflanzen der Vergleich völlig versagt. An diesem Urteil wird nichts geändert dadurch, daß in einigen Fällen, z. B. No. 16, 17 und 18 von Linie c), No. 1 von b) und in Übereinstimmung mit dem

Vorjahr zu bestehen scheint: einzelne Fälle sind gegenüber dem Gesamtergebnis nicht zur Entscheidung benützlich.

Der Hauptgrund für meine Annahme wird aber durch das schwankende Verhalten der einzelnen, einer bestimmten Gruppe zugezählten Pflanzen im Verlauf der Vegetation geliefert. Wir sehen, daß 1913 von den Grünpflanzen der Linie a) verschiedene später weiße Streifen bekamen; die gleiche Beobachtung wurde 1914 bei allen drei Linien gemacht, so daß der Stand bei der Beobachtung am 27. IV. 1914 gegenüber der ersten Notierung sehr häufig Veränderungen der Zahlen zeigt. Aber auch dieser Stand scheint noch nicht den wirklichen Veranlagungen entsprochen zu haben, da später noch wiederholt an einzelnen Grünpflanzen lichte Stellen bemerkt wurden, und an den gestreiften Pflanzen Zunahme des Grüns, ohne daß es bei dem fortgeschrittenen Wachstum im dichten Bestand möglich gewesen wäre, alle Veränderungen noch zahlenmäßig zu berücksichtigen.

Auch bezüglich der Weißpflanzen besteht gar keine so unbedingte Sicherheit, wie man wegen der Einfachheit und leichten Beobachtbarkeit des Merkmals meinen könnte. Wir sehen, daß 1913 die meisten Weißlinge nachträglich teilweise ergrünt; nur ganz wenige starben ab. 1914 starben von 124 weiß aufgelaufenen Pflanzen nur 27 ab, wenigstens wurde nur bei dieser Zahl der Tod wirklich einwandfrei festgestellt. Es ist möglich, daß noch vereinzelt weitere Pflanzen eingingen und verschwanden, bevor sie notiert wurden: viel können es aber bei der Schärfe der Markierung nicht gewesen sein. Die übrigen, also die Mehrzahl der ursprünglichen Weißpflanzen, bekamen nach und nach etwas Chlorophyll; ein großer Teil, wie aus den Tabellen hervorgeht, schon bis zur zweiten Beobachtung, die das Verhalten des zweiten und teilweise dritten Laubblattes feststellte, der Rest an höheren Blättern. Alle diese Pflanzen müssen also Chlorophyllanlagen gehabt haben und höchstwahrscheinlich auch die abgestorbenen, deren Widerstandsfähigkeit oder Samenreservestoffe nur nicht hinreichten, bis die höheren Blätter mit zur Ernährung genügendem Blattgrün ausgebildet waren. Nach meinen Beobachtungen an albikaten Pferdebohnen¹⁾ sind auch dort völlig weiße Pflanzen nicht beobachtet worden; die scheinbar weißen hatten alle irgend einen grünlichen Ton oder Schimmer an irgend einer Stelle.

¹⁾ Vergl. hierzu L. Kießling, Selektions- und Bastardierungsversuche mit weißbunten Pferdebohnen. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung, II. Bd., S. 313, 1914.

Wenn man nicht annehmen will, daß schon die Ausgangspflanze für die drei Linien panaschiert gewesen sei — da es sich hier um fast täglich beobachtete Topfpflanzen handelt, so war es allerdings fast ausgeschlossen, daß etwaige Spuren einer Streifung hätten übersehen werden können —, so ist die Annahme nicht von der Hand zu weisen, daß die Injektion von salpetersaurem Kali in die Fruchtknoten die Veranlassung zu der Abänderung der Töchter gewesen ist. Daß tatsächlich durch Eingriffe derartige Variationen bewirkt werden können, dazu bringt die in Anschluß gebrachte Mitteilung über die Linie Ng4 ein Beispiel. Aber auch sonstige Modifikationsursachen sind bereits in ihrer Wirkung auf die Ausbildung von Chlorophyllanomalien studiert worden. So hat Molisch¹⁾ bei einer bunten Varietät von *Brassica oleracea acephala* im kalten Raum bei 4—7° C weißgrüngescheckte (ohne Chlorophyll besonders in der Nähe der Blattnarben) oder völlig weiße Blätter erhalten: diese wurden aber ganz grün, wenn die Temperatur auf 12—15° C gebracht wurde: in warmer Umgebung gebildete Blätter waren immer grün. Ebenso hat Timpe²⁾ über eine *Ulm*e berichtet, deren Frühjahrsriebe gelbfleckige bis in den Herbst gleichbleibende Blätter trugen, während die Blätter der Hochsommertriebe grün und fleckenfrei waren. Bei *Zwiebel*-Gewächsen bleibt die bleiche Farbe, die im Frühjahr bei niedriger Temperatur an den Trieben auftritt, auch später, also bei höherer Wärme, häufig erhalten. Ähnlich ist nach Beyerinck³⁾ *Barbarea vulgaris* im Frühjahr stark panaschiert: im Spätsommer treten dagegen vollkommene grüne Zweige auf. Der Vorgang des Zurückgehens der Albikation mit fortschreitender Jahreszeit findet sich auch bei *Lamium maculatum* L., wo die Sommerblätter fast oder sogar völlig rein grün werden, während die Winter und Frühjahrsblätter die charakteristische Weißstreifung zeigen. (Eigene Beobachtung.)

Bezüglich der Ursachen für die Farbenveränderungen ist ferner an einschlägige Beobachtungen von G. Gassner⁴⁾ zu erinnern, der bei einem *La Plata*-Hafer nach Ankeimung bei niedriger Temperatur (1—2° C) die Fähigkeit des Ergrünens entweder vorübergehend und teilweise, oder auch ganz und dauernd verloren gehen sah, wobei die jüngeren

¹⁾ H. Molisch, Über die Panachüre des Kohles. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. IX, S. 429, 1891.

²⁾ Timpe, Beitrag zur Kenntnis der Panachierung. Diss. Göttingen 1900.

³⁾ Beyerinck, Rec. Trav. Bot. Neerland, I, 125, 1904.

⁴⁾ G. Gassner, Über einen Fall von Weißblätterigkeit durch Kältewirkung. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. 33, S. 478, 1915.

Blätter, ebenso wie in meinen Versuchen, häufig eine Zunahme des Grüns gegenüber den ersten Blättern zeigten. Diese Erscheinung bei Gassners Hafer vererbte sich aber nicht. Gassner erwähnt auch einschlägige Fälle an sonstigen Pflanzen, die durch andere Beobachter festgestellt sind. Auch Sorauer (Handbuch der Pflanzenkrankheiten, I. Bd., 3. Aufl., 1909, S. 525) gibt derartige Fälle an.

Erwähnenswert ist ferner eine Mitteilung von E. Heinricher¹⁾, wonach *Tradescantia*-Pflanzen im Zimmer bei vermindertem Lichtgenuß an den neu zuwachsenden Blättern allmählich die Panaschierung verminderten und schließlich ganz verloren; bei Steigerung der Lichtzufuhr trat an den späteren Blättern die Streifung teilweise wieder auf. Er erklärte dies damit, daß die chlorophyllfreien Zellen des Embryonalgewebes bei Lichtmangel hungerten und dadurch in der Vermehrung behindert wurden. Wenn bei späterer Lichtzufuhr noch embryonales Gewebe mit albikaten Zellen vorhanden war, so konnten wieder chlorophyllfreie Gewebe gebildet werden. Diese Modifikation durch die Beleuchtungsverhältnisse sei auch den Gärtnern bekannt. Heinricher erwähnt ferner eine Beobachtung von Figdor, wonach bei *Frankia undulata* v. *vittata* durch niedere Temperatur (9—13° C) die Panaschierung vermehrt, durch höhere (20—25° C) vermindert werde, indem hier die gelblich-weißen Streifen zunächst gelblichgrün und schließlich ganz grün ausfärben.

Auch de Vries erwähnt, daß an sonnigen Stellen die Buntheit stärker auftritt als an schattigen²⁾, und gibt eine Reihe von Beispielen dafür an. Dieser Wechsel tritt auch unter dem Einfluß der Jahreszeiten ein, indem in der sonnigen Zeit mehr bunte Blätter gebildet werden wie im Winter.

Ferner sind die Ernährungsverhältnisse von großem Einfluß auf die Buntblättrigkeit: besonders wird berichtet, daß bei besserer Ernährung buntblättrige Pflanzen grün würden. Bei buntem *Phragmites* treten die helleren Streifen unmittelbar unterhalb der Blütenstände nicht auf, weil diese alle Nahrung an sich ziehen; dagegen oberhalb wiederholt sich die Panaschierung. Auch wenn, wie bei vielen bunten Gewächsen, die ersten Blätter grün oder weniger bunt sind als die späteren, so wird das auf Ernährungsschwierigkeiten in der Jugend

¹⁾ E. Heinricher, Rückgang der Panaschierung und ihr völliges Erlöschen als Folge verminderten Lichtgenusses; nach Beobachtungen und Versuchen mit *Tradescantia Fluminensis* Vell. var. *albo-striata*. Flora, Bd. 9 (109), S. 40, 1916.

²⁾ H. de Vries, Die Mutationstheorie, 1. Bd., S. 607, 1901.

zurückgeführt¹⁾. Vielleicht ist auch das von C. Kraus²⁾ und von v. Nostitz erwähnte Weißwerden der Spitzen von Gerstenblättern infolge von Kalimangel hier einschlägig.

Die Erfahrungen zeigen also, daß die Ausbildung des Chlorophyllmerkmals und die Stärke der etwaigen Defekte sehr stark, und zwar nicht immer gleichsinnig bei den verschiedenen Beobachtern, durch die Lebensbedingungen beeinflusst werden und daß daher alle Vererbungsversuche mit großer Vorsicht auszuwerten sind. In dem oben beschriebenen Fall ist die Ursache der Veränderung der Chlorophyllausbildung in den Gerstenblättern nicht so klar zutage liegend: da in der Mehrzahl der Fälle in beiden Beobachtungsjahren eine Zunahme des Blattgrüns mit fortschreitender Vegetation eintrat, so könnte nach dem Gang der Jahreszeit die Zunahme der Luftwärme und gleichzeitig die Verbesserung der Ernährung infolge fortgeschrittenen Wachstums dafür verantwortlich gemacht werden, während die gleichfalls gesteigerte Belichtung durch die gegenseitige Beschattung der Pflanzen teilweise wieder ausgeglichen wurde, teilweise aber auch wirksam wurde, was sich in der selteneren Zunahme der Weißstreifung bei manchen Pflanzen ausdrückte.

Weitere Literatur über die Albikation findet sich in Sorauers Handbuch der Pflanzenkrankheiten, Bd. I (3. Aufl.), S. 671 ff., wo auch die Erscheinung selbst auf enzymatische Vorgänge, eine abwegige Stoffbewegung in den betreffenden Gewebsgruppen, zurückgeführt wird. Die weißfleckigen Pflanzenteile enthalten mehr Wasser und in der Trockensubstanz weniger Stickstoff und mehr Asche, mehr Kali und Phosphorsäure, aber weniger Kalk als grüne Blätter. Bringt man die Pflanzen, die infolge eines Mangels an Protoplasma keine genügenden Mengen von Chlorophyllkörnern ausbilden konnten, aber dafür abbauende, namentlich amylolytische Enzyme anhäufen, in die Vegetation begünstigende Wachstumsverhältnisse (Schatten, Feuchtigkeit, Wärme), so werden die albikaten Achsenteile geneigt, grüne Blätter zu produzieren.

De Vries³⁾ nennt bekanntlich Rassen sehr variablen Charakters, bei denen sich ein bestimmtes Merkmal regelmäßig nur in einem bestimmten Prozentsatz der Nachkommen wiederholt, „Zwischenrassen“

¹⁾ Weitere Beispiele siehe bei Cramer, Kritische Übersicht der bekannten Fälle von Knospenvariationen, Haarlem 1907, S. 128 ff., 132 ff.

²⁾ C. Kraus, Kalidüngung und Getreidelagerung. Landw. Jahrbuch f. Bayern, 1915, Heft 5.

³⁾ H. de Vries, Die Mutationstheorie, S. 422 ff., 1901.

und das fluktuierende Merkmal: „eine semilatenste Eigenschaft“: bei der hier gefundenen hohen Erbzahl würde man den drei Gerstenlinien wohl den Charakter einer de Vriesschen „Mittelrasse“ zuerkennen müssen. Die Erbzahl selbst steht nach den bekannten Erfahrungen des Gartenbaus und den besonderen Versuchen des genannten Autors und anderen sehr stark unter dem Einfluß der Lebensbedingungen. Ein Unterschied gegenüber den de Vriesschen Zwischenrassen besteht aber insofern, als es sich bei meinen Versuchen um Linien und nicht um Populationen handelt. Von Interesse ist auch, daß die Linie c) immer eine andere Vererbungskurve zeigte als a) und b), obwohl doch alle drei Linien auf die gleiche Ausgangspflanze zurückgehen.

II.

Vorstehenden Fällen der variabelerblichen Weißbuntblättrigkeit stelle ich einen anderen nichterblichen gegenüber, bei dem die äußere Veranlassung der Variation zufällig gut zu beobachten war. Bei einer Warmhaustopfkultur der reinen Gerstenzuchtlinie Ng 4 wurden 1914 nach dem entwickelten zweiten Blatt die weiteren unentrollten Blätter durch eine Insektenlarve abgefressen. Eine nähere Untersuchung war ohne Zerstörung der Pflanze nicht möglich. Bei den günstigen Lebensverhältnissen des Treibhauses ging die Pflanze an dieser Verletzung nicht zugrunde, sondern die beiden stehengebliebenen älteren Blätter assimilierten kräftig, wie aus der auffällig dunkelgrünen Farbe hervorging. Nach Umfluß von etwa drei Wochen entsprangen aus dem Bestockungsknoten zwei neue Blätter, aus denen sich zwei Seitenachsen entwickelten. Diese basalen Blätter der Nebenachsen waren vollständig chlorophyllfrei und rein weiß: die nachfolgenden zweiten Blätter weißgestreift, unter Zurückdrängung des Chlorophylls auf etwa $\frac{1}{4}$ der Blattfläche: die dritten Blätter zeigten etwa zur Hälfte weiße und grüne Streifen: bei den vierten Blättern waren die Weißstreifen noch schmaler und bei den fünften Blättern auf eine ganz kleine Linie zurückgedrängt: die weiteren Blätter waren normal grün ohne Streifung. Die Veränderungen bewegten sich also ganz im Rahmen der vorher beschriebenen bei der Linie Nf 2. Die sorgfältigst beobachtete Nachkommenschaft dieser Pflanze zeigte auch nicht bei einem Individuum Anzeichen eines Chlorophylldefektes. Diese Erscheinung ist mit den von de Vries erwähnten¹⁾ auf eine Stufe zu stellen, nämlich der Ausbildung chloro-

¹⁾ A. a. O., S. 609.

tischer Triebe aus Adventivknospen ausdauernder Gewächse, deren Stamm abgehauen oder durch Schnecken oder andere tierische Feinde entblättert war usw., wofür a. a. O. viele Beispiele genannt sind. Ganz entsprechende Befunde teilt auch C. Kraus¹⁾ mit, indem nach dem Abschneiden der Blätter junger Haferpflanzen das Wachstum der jüngeren Blätter entweder ganz aufhört oder diese treiben nur wenig, bleiben aber gelb oder weiß und sterben schließlich ganz ab.

Ich habe natürlich wiederholt versucht, diese Modifikation künstlich zu erhalten, indem ich Saaten der gleichen und anderer Linien unter gleichen Lebensbedingungen durch öfteres Abschneiden, Anstechen oder sonstiges Verletzen des tiefsitzenden Vegetationspunktes zum seitlichen Austreiben in ganz jugendlichem Zustand veranlassen wollte; es gelang aber bisher nicht. Panaschierung dadurch hervorzurufen. Deshalb ist anzunehmen, daß bei den obigen durch Verletzung streifig gewordenen Pflanzen eine latente Anlage hierfür vorhanden ist, die durch mechanische Einflüsse erst aktiviert wird, während der gleiche Insult bei anders veranlagten Pflanzen wirkungslos bleibt.

III.

Einige weitere Beobachtungen beziehen sich auf die Abkömmlinge einer Mutation aus der Linie Fg 2, die sich durch eine ganze Reihe von Eigentümlichkeiten und am auffälligsten durch ein sehr helles Grün von der normalgrünen Ausgangsform unterscheidet. Die Hellfärbung beruht, wie ich schon früher berichtet habe, darauf, daß die Blattfläche der mutierten Form größer, die Anzahl der chlorophyllhaltigen Zellen auf der Flächeneinheit aber geringer ist als bei der Normallinie; und außerdem ist die Anzahl der Chloroplasten in den einzelnen grünen Zellen gegenüber der Stammform verringert, so daß also eine chemisch und mikroskopisch feststellbare und festgestellte Verringerung des Chlorophyllgehaltes der grünen Teile vorliegt. Doch ist das Hellgrün der Mutation noch nicht so hell und goldgelb, wie es den *aurea*-Rassen des Gartenbaus eigen ist. Die mutierte Form war mit Ausnahme der hier zu beschreibenden wenigen Fälle in allen Jahren völlig konstant, und zwar sowohl in vielen Topfkulturen als auch in hunderten von Freilandssaaten und auf größeren Feldteilstücken; insbesondere waren

¹⁾ C. Kraus, Das Schröpfen und Walzen der Getreidesaaten als Mittel gegen Lagerung, II. Tl. Wollnys Forschungen u. d. Geb. der Agrikulturphysik, 14. Bd., S. 62, 1891.

keinerlei Anzeichen einer Heterozygotie (Spaltungserscheinungen) zu beobachten¹⁾. In einer Massensaat dieser Mutationslinie Fg 3 wurde anfangs Juni 1913 eine Pflanze entdeckt, die auf ihren ohnehin hellgrünen Blättern mehrere, fast reine dottergelbe Streifen aufwies. Die Erscheinung zeigte sich nur auf den untersten vier Blättern, während die späteren Blätter normal und einheitlich hellgrün waren. Bei der Ernte waren die Wurzeln teilweise beschädigt wie abgefressen und im ganzen schwach entwickelt; der einzige entwickelte Halm (neben zwei kleinen Nachschüssen) hatte sechs gestreckte Internodien, war 815 mm lang und verhältnismäßig schwach, die Blattscheiden waren sehr zart und im Reifezustand stark zerschlitzt. Die mikroskopische Untersuchung ergab keine Besonderheiten; Ähre und Korn waren normal ausgebildet. Die sämtlichen 24 Körner wurden 1914 im Freiland ausgelegt und ergaben Pflanzen, deren erste drei Blätter am Rand ganz dünne, gelbe Streifen aufwiesen; die späteren Blätter der ersten Achse und sämtliche Blätter des zweiten und dritten Bestockungstriebes waren normal, aber auffällig hellgrün, anscheinend noch heller, als der Form Fg 3 ohnehin eigen ist.

Bei einer zweiten Pflanze, die ebenfalls 1913 in einer Topfsaat auftrat, waren die beiden untersten Blätter normal hellgrün, das dritte und vierte Blatt dagegen ganz gelbgrün, so daß der Eindruck der Chlorose entstand; das fünfte Blatt war wieder normal hellgrün. Die beiden chlorotischen Blätter ergrüntem später wieder, aber der ganze Trieb entwickelte sich nicht über das fünfte Blatt hinaus, sondern starb ab, während sich aus den Bestockungsknoten zwei Seitenachsen mit normalgrünen Blättern entwickelten. Von diesen trug eine eine schwache Ähre mit 14 keimfähigen Körnern. Diese wurden 1914 zur Aussaat gebracht und ergaben Pflanzen, deren sämtliche Blätter gleichmäßig sehr hellgrün waren, viel heller als dem Typus der Linie entspricht, ohne streifige oder fleckige Änderung der Farbe. Die Pflanzen wuchsen nur sehr langsam und ergaben eine sehr schwache Kornernte.

Eine dritte in einer Vermehrungssaat von Fg 3 auf dem Felde angemerkte Pflanze mit gelblichweißen Streifen ging zugrunde und konnte daher nicht auf ihr Erbverhalten geprüft werden.

Eine vierte panaschierte Fg 3-Pflanze trat 1914 in einer Topfsaat im Glashaus auf; hier war das erste Blatt normalgrün, das zweite zeigte

¹⁾ Vergl. die Beschreibung bei L. Kießling, Über eine Mutation in einer reinen Linie von *Hord. dist. L.* Zeitschr. f. indukt. Abst.- u. Vererbungslehre, VIII, S. 48, 1912.

einen in der Mitte der Spreite vom Blattgrund bis zur Spitze verlaufenden weißen Streifen von etwa 1 mm Breite: das dritte Blatt hatte einen solchen Streifen von $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ mm Breite an einem Blattrand entlang laufend, während das vierte wieder einen Mittelstreifen zeigte. Die höheren Blätter waren ungestreift. Die Nachkommenschaft der Pflanze war völlig normal, ein Beobachtungsfehler liegt hier ebensowenig vor als bei der zweiten Pflanze, da beide Nachkommenschaften in Töpfen erzogen wurden.

Es scheint, daß alle die Varianten aus der Fg 3-Linie analoge Fälle zu den oben beschriebenen Nf 2-Linien darstellen, d. h., daß es neue Mutationen in der schon durch Mutation entstandenen Linie sind, die in Bezug auf das Chlorophyllmerkmal sich ähnlich wie die de Vries-schen Zwischenrassen verhalten.

Kleinere Mitteilungen.

Mutationen von *Antirrhinum majus*.

Vorläufige Mitteilung.

Von Erwin Baur.

In meinen nunmehr im 14. Jahre laufenden Vererbungsversuchen mit *Antirrhinum*, deren für 1915 beabsichtigte Veröffentlichung durch den Krieg bisher verhindert worden ist, habe ich eine lange Reihe von Mutationen beobachtet und größtenteils durch Weiterkultur und durch Kreuzung mit den Ausgangsrassen und mit anderen Mutanten genauer verfolgt. Eine zusammenfassende und mit dem nötigen Bildmaterial versehene Darstellung aller dieser Versuche ist z. Z. in Vorbereitung, wird aber zur Fertigstellung noch längere Zeit benötigen.

Einige Fragen allgemeiner Natur, die sich an diese Fälle von Mutationen anschließen, seien im Nachstehenden vorweg kurz besprochen.

Abgesehen von dem Auftreten von *albomaculata*-Individuen, die in der von CORRENS¹⁾ und mir²⁾ geschilderten unregelmäßigen Weise ihre Buntblättrigkeit nur durch die Eizelle aber nicht durch die männlichen Sexualzellen weiter vererben, ferner abgesehen von der fortwährenden Entstehung roter Sippen aus den „gestreiften“ Sippen und drittens abgesehen von der Entstehung einer weißblättrigen Sippe mit ganz abweichender, nicht mendelnder Vererbungsweise, beruhen alle meine — rund 20 — bisher genügend weit untersuchten verschiedenen Mutationen³⁾ darauf, daß der neu auftretende Typus gegenüber den Stammrassen einen mendelnden Grundunterschied aufweist.

¹⁾ CORRENS, Vererbungsversuche mit blaß(gelb)grünen und buntblättrigen Sippen bei *Mirabilis Jalapa*, *Urtica pilulifera* und *Lunaria annua*. Diese Zeitschr. 1, 1904, S. 291.

²⁾ BAUR, Untersuchungen über die Vererbung von Chromatophorenmerkmalen bei *Melandrium*, *Antirrhinum* und *Aquilegia*. Diese Zeitschr. 4, 1910, S. 81.

³⁾ Unter „Mutation“ verstehe ich im Nachfolgenden das Auftreten von erblich von der Ausgangsrasse abweichenden Individuen aus einem anderen Grund als Bastardspaltung.

wobei die Eigenschaftsbildung der Stammrassen fast stets ausgesprochen dominiert. Es sind also, wenn man sich einer sehr verbreiteten Ausdrucksweise bedient, die ich allerdings für verkehrt halte, fast alle diese Mutationen „Verlustmutationen“.

Einige Mutationen sind mehrfach erfolgt, die meisten nur je ein einziges Mal.

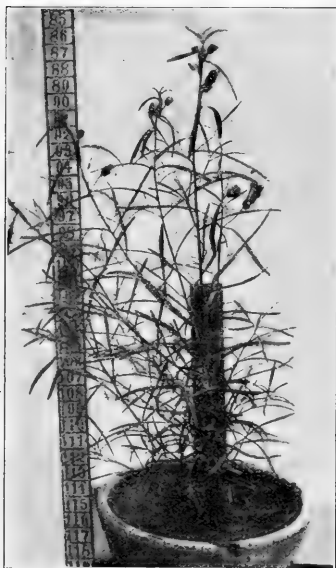


Fig. 1. *A. majus* var. *graminifolia*.

Im einzelnen lassen sich rein empirisch drei Modi unterscheiden, nach denen die Mutationen erfolgen. Diese drei Modi seien zunächst in je einigen Beispielen geschildert.

I. Modus. In der sexuellen Nachkommenschaft eines Individuums treten vereinzelt Individuen auf, die heterozygotisch mutiert sind.

1. *A. majus* var. *graminifolia*. Diese neue Sippe weicht von dem gewöhnlichen *A. majus* ab durch grasartig schmale Blätter (Fig. 1) und dazu noch durch eine sehr eigentümliche Blütenform (Fig. 2), die aber ungezwungen darauf zurückführbar ist, daß auch die Blumenblätter schmal sind, dies bedingt die aus der Fig. 2 erkenntliche schlanke Blütenform und ist auch die Ursache davon, daß die Blüten nicht allseitig geschlossen sind, sondern daß die oberen beiden Blumenblätter nicht miteinander verwachsen sind. Die Blüte ist also gewissermaßen durch den ganzen Rücken hindurch aufgeschlitzt, im übrigen

aber völlig regelmäßig gebaut, auch für Insektenbefruchtung gut geeignet, und diese Sippe setzt dementsprechend im Freien reichlich Früchte an.

Das Auftreten dieser *graminifolia*-Sippe ist nebenan (Fig. 3) in Stammbaumform dargestellt. Wie aus dem Stammbaum ersichtlich ist, war eine Kreuzung vorgenommen worden zwischen den Pflanzen A. 3107 und A. 2581, die beide aus genau bekannten vier bzw. fünf Generationen lang durch Selbstbefruchtung weiter gezogenen Sippen stammten. Die Kreuzung war ausgeführt worden, um eine Frage der Vererbung der Blütenfarbe zu klären.

Die gekreuzten Pflanzen zeigten nichts Auffälliges, haben auch beide aus Selbstbefruchtung eine einheitliche breitblättrige Nachkommenschaft durch bisher noch weitere drei Generationen ergeben. Auch an der ganzen F_1 -Generation war hinsichtlich der Blattform nichts Auffälliges, mit Ausnahme von einer Pflanze = A. 4305, die deutlich schmalere Blätter hatte, als ihre Geschwister. Aus dieser F_1 -Generation von im ganzen 14 Pflanzen wurden außer dieser A. 4305 noch vier weitere Pflanzen isoliert und selbstbefruchtet, und von jeder F_1 -Pflanze wurde die Nachkommenschaft getrennt

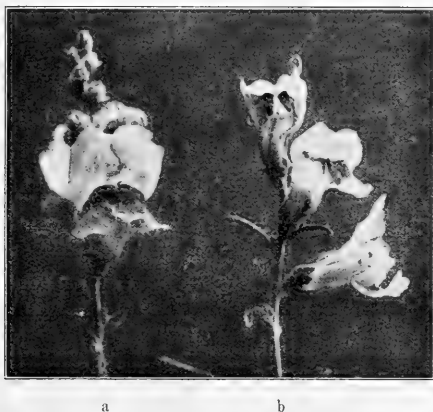


Fig. 2. Blüten von: a *A. majus* normal, b *A. majus* var. *graminifolia* (Geschwisterpflanzen).

herangezogen. Von diesen insgesamt fünf F_1 -Stammpflanzen gaben die breitblättrigen eine durchaus normalblättrige Nachkommenschaft, die fünfte aber, A. 4305, von der im Stammbuch von mir notiert war, daß sie für eine *A. majus* auffällig schmale Blätter hätte, gab eine Nachkommenschaft, die in der Blattform eine ausgesprochene Spaltung in + — breitblättrig: *graminifolia* im Verhältnis von 46:8 zeigte. Die Zählung war aber erst sehr spät, nach dem Pikieren, vorgenommen worden, als schon eine verhältnismäßig große Zahl der in der ersten Jugend etwas schwächeren *graminifolia*-Pflänzchen abgestorben war. Eine zweite Aussaat, bei der bald nach dem Auskeimen gezählt wurde, gab das Verhältnis 21 *graminifolia*:60 + — breitblättrig.

Es handelt sich somit um eine Mutation, die mit der Stammmasse nach dem Einfaktor-Schema mendelt bei Dominanz der Eigenschaftsbildung der Stammmasse. Die erste mutierte Pflanze **A. 4305** war dabei als einzige unter 14 Geschwisterpflanzen und als Heterozygote aufgetreten.

In der Nachkommenschaft von **A. 4305** wurden folgende Pflanzen isoliert und in weiteren Generationen beobachtet.

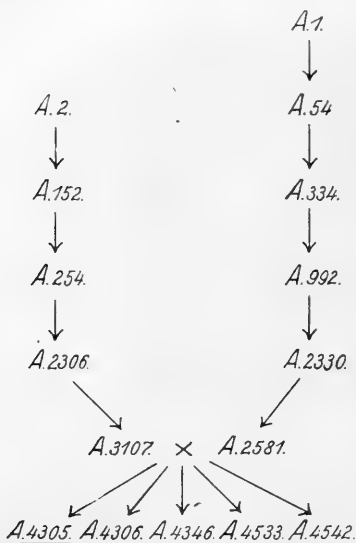


Fig. 3. Stammbaum von *A. majus* var. *graminifolia* I.

A. 4806 (*graminifolia*) gab aus Selbstbefruchtung 30 Nachkommen, alle *graminifolia*,

A. 4978 (*graminifolia*) gab aus Selbstbefruchtung rund 50 Nachkommen, alle *graminifolia*,

A. 4808 (breitblättrig) gab aus Selbstbefruchtung rund 80 Nachkommen, alle breitblättrig,

A. 4807 (heterozygote Blattform) gab aus Selbstbefruchtung 12 *graminifolia*: 47 + — „breitblättrig“.

Die Kreuzung von *graminifolia*-Pflanzen mit normalblättrigen Pflanzen aus anderen *majus*-Sippen ergab in allen Fällen eine typisch heterozygote d. h. etwas schmalblättrige F_1 -Generation. F_2 -Generationen aus diesen Kreuzungen habe ich bisher noch nicht großgezogen. Ganz anschaulich ist — das sei nebenbei bemerkt — daß F_1 aus der Kreuzung „*graminifolia*“ \times „*normalblättrig radiär pelorisch*“ völlig normale Blüten, ohne Andeutung einer Mißbildung, hat.

Genau eine gleiche *graminifolia*-Mutante entstand noch ein zweites Mal, wohl nur zufälligerweise ebenfalls in einer F_1 -Generation. Der Stammbaum dieser *graminifolia* II-Rasse ist in Fig. 4 dargestellt. Es waren zwei Pflanzen **A. 4435** und **A. 4544**, die beide aus der gleichen Sippe stammten, gekreuzt worden. Aus der F_1 -Generation, an der mir nichts Besonderes hinsichtlich der Blattform auffiel, wurde nur eine einzige Pflanze isoliert und selbstbefruchtet, die allerdings, wie sich später zeigte, etwas schmalere Blätter auf-

wies, als sonst ihrer Stammsippe entsprach¹⁾. Diese Pflanze A. 4791 gab in ihrer 1917 großgezogenen Nachkommenschaft eine sehr deutliche Spaltung in *graminifolia* : heterozygot *graminifolia* : breitblättrig im Verhältnis etwa 1 : 2 : 1, eine genaue Zählung unterblieb wiederum aus Mangel an Zeit. In Blüten- und Blattform waren diese neuen *graminifolia*-Pflanzen völlig übereinstimmend mit den alten aus dem ersten Mutationsfall.

Wie ein Blick auf die Stammbäume (Fig. 3 und 4) zeigt, gehen *graminifolia* I und *graminifolia* II zurück auf die gemeinsamen Vorfahren A. 254, A. 152 usw.

Es trifft sich dabei sehr glücklich, daß *graminifolia* I sowohl wie *graminifolia* II beiderelterlich aus Sippen stammen, mit denen sehr zahlreiche Versuche angestellt worden sind. Zunächst sind aus der Sippe der Vaterpflanze (A. 2581) von A. 4305 (*graminifolia* I) in sieben Generationen bisher im ganzen 618 Nachkommen aus Selbstbefruchtung gezogen worden und außerdem rund 10000 Nachkommen aus Kreuzungen. In allen diesen Zuchten ist nie eine schmalblättrige Pflanze aufgetreten. Dagegen stammt auch *graminifolia* II väterlicher- und mütterlicherseits aus der gleichen Sippe wie die Mutterpflanze von A. 4305. Mit dieser Sippe, die von A. 2 abstammt, habe ich aus anderen Gründen²⁾ von im ganzen bisher 247 einzelnen gebeutelten Stammpflanzen in acht Generationen aus

Selbstbefruchtung 10404 Nachkommen großgezogen und genau registriert, und von A. 254, der gemeinsamen Stammutter der beiden *graminifolia*-Mutanten, sind bisher im ganzen 1346 Nachkommen aus Selbstbefruchtung von

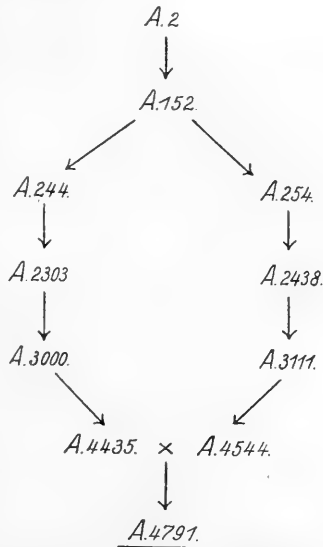


Fig. 4. Stammbaum von *A. majus* var. *graminifolia* II.

¹⁾ Ich hatte im Sommer 1916, in dem diese F₁-Generation großgezogen wurde, meines Militärdienstes wegen nur wenig Zeit, meine Versuche durchzudenken, ich konnte nur gerade eben die Beobachtungen registrieren und die schon von vornherein nach dem allgemeinen Plan vorgesehenen Selbstbefruchtungen usw. vornehmen, ich hätte sonst selbstverständlich aus dieser F₁-Generation eine größere Anzahl von Stammpflanzen gebeutelt.

²⁾ Vererbung der Streifung.

im ganzen 41 gebeutelten Nachkommen herangezogen worden. Darunter waren, ebensowenig wie in der ganzen übrigen Sippe, weitere *graminifolia*-Individuen.

Immerhin muß aber doch in irgend einer Weise die Fähigkeit oder Neigung zur Erzeugung der *graminifolia*-Mutation in der Sippe A. 254 drinliegen und vererbt werden. Diese Feststellung ist von einem gewissen Interesse.



Fig. 5,
A. majus var. *globosa*. Habitus.

Es seien dann noch zwei weitere Mutationsfälle dieser Art kurz geschildert:

2. *A. majus* var. *globosa*.

Diese bereits in meiner „Einführung“ kurz erwähnte Rasse ist dadurch ausgezeichnet, daß, wie aus Fig. 5 und 6 ersichtlich ist, an Stelle der Einzelblüten im Blütenstand aus der Achsel des Hochblattes ein Sproß hervorgeht, der einfach oder verzweigt und mit spiralig angeordneten dicht gedrängt sitzenden kelchblattartigen Gebilden besetzt ist, und der an seinen Enden in einen mehr oder weniger regelmäßig gebauten vielkarpelligen Fruchtknoten übergeht. Diese Rasse ist also im allgemeinen rein weiblich, bisher sind nur einmal an einer Pflanze am Rande von einigen von den vorhin genannten Schuppenblättern kümmerliche Antheren mit anscheinend guten Pollen beobachtet worden. Auch diese Rasse trat als Heterozygote in Erscheinung: Es wurden gekreuzt A. 227 mit A. 230. A. 227 ist weiterhin durch Selbstbefruchtung die Stammutter einer zahlreichen Sippe geworden, in der nie wieder eine *globosa*-Pflanze aufgetreten ist, und A. 230 ist eine Pflanze aus der Sippe A. 2, die schon vorhin erwähnt worden ist und von der 10404 Nach-

kommen bisher großgezogen worden sind, auch unter diesen war keine weitere *globosa*.

Aus der Kreuzung A. 227 \times A. 230 stammten die beiden F₁-Pflanzen A. 624 und A. 452. Beide zeigten nichts Auffälliges in der Blütenform. A. 452 gab in F₂ hinsichtlich der Blütenfarbe die der Erbformel entsprechende Aufspaltung und im übrigen ausschließlich normalblütige Nachkommen. A. 624 dagegen zeigt die gleiche erwartete Spaltung in der Blütenfarbe und dazu nun aber eine Aufspaltung in 135 normalblütig: 46 *globosa*. Außer einigen *globosa* Individuen (A. 1200, A. 1201) wurden auch vier normalblättrige Pflanzen dieser Zucht (A. 1202, 1203, 1234, 1242) zu Stammpflanzen

gemacht. Von diesen gaben **A. 1202** und **A. 1203** aus Selbstbefruchtung nur normale Nachkommen, die andern beiden, **A. 1242** und **A. 1234** spalteten auf in normale und *globosa* im annähernden Verhältnis 3 : 1.

Die *globosa*-Pflanze **A. 1200** wurde mit der normalen Geschwisterpflanze **A. 1242** befruchtet. F_1 dieser Kreuzung bestand aus nur zwei Pflanzen, von denen die eine normal, die andere *globosa* war (also zufällig genau das theoretische Verhältnis 1 : 1). Das war zu erwarten, da **A. 1242** nach den Zusammensetzungen seiner Nachkommenschaft aus Selbstbefruchtung heterozygotisch *globosa* war.

Die normalblütige von diesen Geschwisterpflanzen wurde als **A. 2024** zu zahlreichen hier nicht weiter zu besprechenden Kreuzungsversuchen verwendet, diese Pflanze mußte ihrer Entstehung gemäß heterozygotisch-*globosa* sein, sie gab aus Selbstbefruchtung eine Aufspaltung in 17 normal : 10 *globosa*.

Globosa-Pflanzen sind auch sonst mehrfach mit normalblütigen Pflanzen aus anderen Sippen gekreuzt worden, F_1 war stets normalblütig und in F_2 erfolgte die erwartete Spaltung nach 3 normal : 1 *globosa*. Von einem gewissen Interesse ist auch hier, daß die Kreuzung *globosa* \times „radiär pelorisch“, also die Kreuzung der beiden in Fig. 6 und Fig. 7 abgebildeten Rassen eine völlig normal zygomorphe F_1 -Generation gibt, die in F_2 aufspaltet in zygomorph : radiär pelorisch : *globosa* im Verhältnis 9 : 3 : 4 (gefundene Zahlen 12 : 5 : 7 bzw. in einem andern Fall 30 : 9 : 11).

3. *A. majus* var. *sterilis*.

A. majus var. *sterilis* ist eine völlig vergrünte Sippe, an Stelle der Blütenzweige stehen entsprechend verzweigte Gebilde, die mit kelchblattartigen Schuppen besetzt sind und in dieser Weise lang auswachsen ohne jemals weder Blumenblätter noch Staubblätter noch Fruchtblätter zu bilden. Eine *sterilis*-Pflanze ist in Fig. 8 und ein Zweig von ihr in Fig. 9 abgebildet. Die Sippe kann nur entweder auf vegetativem Wege oder mit Hilfe der Heterozygoten fortgepflanzt werden, sie entstand folgendermaßen:

A. 2245 (radiär-pelorisch), das in seiner Aszendenz und Deszendenz aus Selbstbefruchtung und aus Kreuzungen (rund 20000 Pflanzen), nirgends *sterilis*-aufweist, und **A. 2424** (zygomorph) aus einer anderen ebenfalls *sterilis*-freien Sippe (aus Selbstbefruchtungen und aus Kreuzungen etwa 5000 Nachkommen unter-



Fig. 6. *A. majus* var. *globosa*. Sproß der hier an Stelle einer Einzelblüte ausgebildet wird.

¹⁾ Eine genaue Zählung unterblieb auch hier aus Zeitmangel.

sucht) wurden miteinander zum Zweck der Untersuchung von Blütenfarben-Vererbung gekreuzt. F_1 war völlig normal. Aus dieser F_1 -Generation wurde eine Pflanze A. 2774, geselbstet, und diese Pflanze gab eine F_2 -Generation mit der erwarteten Spaltung in der Blütenfarbe und dazu nun aber nicht bloß hinsichtlich der Blütenform eine Spaltung in zygomorph und radiär, sondern eine Spaltung in zygomorph : radiär : *sterilis* im Verhältnis 42 : 10 : 12, d. h. wohl dem theoretischen Verhältnis 9 : 3 : 4. Zwei zygomorphe Pflanzen aus dieser Zucht wurden geselbstet und davon gab die eine wiederum eine Spaltung in zygomorph : radiär : *sterilis* im ungefähren Verhältnis 9 : 3 : 4, die andere eine Spaltung in zygomorph und radiär. Auch hier ist also die Mutation als Heterozygote aufgetreten, und da hier die Heterozygoten nicht von den normalen Pflanzen unterscheidbar sind, ist die Auffindung der



Fig. 7. Blüte von *A. majus radialis*.

Mutanten, ebenso übrigens wie im Fall der *var. globosa*, nur dem Zufall zu verdanken, daß gerade diese Pflanze A. 2774 aus der F_1 herausgegriffen und zur Stammpflanze für die Nachzucht der F_2 -Generation gemacht wurde. Ob außer dieser heterozygoten Pflanze noch andere Geschwisterpflanzen heterozygotisch mutiert waren, ist zunächst nicht zu sagen, aber ich habe von der gleichen Samenprobe A. 2245 \times A. 2424, aus der die mutierte A. 2774 stammt, noch einen kleinen Vor-

rat aufbewahrt und daraus habe ich im Jahre 1917 erneut die F_1 -Generation gezogen, und hieraus nun, um zu sehen, ob mehrere mutierte Pflanzen vorhanden, sind 20 herausgegriffene Einzelpflanzen gebeutelt. Die Aussaat im nächsten Jahr wird ergeben, ob darunter noch mehrere heterozygotische *sterilis*-Exemplare sind.

Diese drei vorstehend beschriebenen nach Modus I als Heterozygoten aufgetretenen Mutationen sind alle in F_1 -Generationen nach Kreuzungen verschiedener Sippen entstanden. Das ist nur ein Zufall, zahlreiche andere, im übrigen ganz analog aufgetretene Mutationen sind ohne vorherige Kreuzungen in Reinzuchten erfolgt. Daß überhaupt bisher in meinen Versuchen die Mehrzahl aller Mutationen nach Modus I in F_1 -Generationen nach Kreuzungen auftreten, hängt wohl einfach damit zusammen, daß meine Versuche ursprünglich in der Hauptsache Kreuzungsversuche sind, und daß dementsprechend rund 80% aller Pflanzen, deren Nachkommenschaft aus Selbstbefruchtung untersucht worden ist, F_1 -Pflanzen aus solchen Kreuzungen

waren. Zieht man diese Umstände in Rechnung, dann ergibt sich sogar gerade, daß der Prozentsatz der Mutationen in Zuchten ohne vorhergehende Kreuzungen wesentlich größer ist als in F_1 -Generation und daß er am größten ist in lange Zeit ingezüchteten Sippen. Ich komme auf diese Frage in der späteren ausführlichen Publikation zurück.

Als ein Beispiel von als Heterozygoten aufgetretenen Mutanten ohne vorhergegangene Kreuzung sei genannt:

4. *A. majus* var. *globifera*.

Diese Sippe, die mit *A. majus* var. *globosa* eine gewisse Ähnlichkeit hat, ist dadurch ausgezeichnet, daß an Stelle einer Blüte ein im Gegensatz zu *A. globosa* unverzweigtes Gebilde von begrenztem Wachstum sitzt, das aus einer kurzen Achse mit spiraligstehenden grünen Schuppen und — am Ende der Achse — einem mehrkarpelligen, ganz gut entwickelten Fruchtknoten besteht.

Diese *globifera*-Sippe stammt aus einer meiner alten „Reagenzsippen“, d. h. aus einer durch viele Generationen hindurch stets durch Selbstbefruchtung weiter gezogenen völlig konstanten und einheitlichen Rasse. *Globosa*-Pflanzen sind abgesehen von dem einen nachher zu nennenden Fall weder in Reinzuchten noch in Kreuzungszüchtungen aus dieser Sippe mit rund 10000 Nachkommen nicht aufgetreten. Nur eine im Jahre 1916 gebeutelte Pflanze der reinen Sippe, A. 4732, gab im Jahre 1917 eine Nachkommenschaft von rund 3 normal: 1 *globifera*.

Weitere Versuche mit dieser Sippe, vor allem Kreuzungen mit *globosa* und zahlreichen anderen Mutanten sind im Gang.

II. Modus. In der sexuellen Nachkommenschaft einer Pflanze treten einzelne Pflanzen auf, die homozygotisch mutiert sind.

Ungefähr ebenso häufig als in Form von Heterozygoten sind in meinen Versuchen Mutationen in Form von Homozygoten erfolgt. Ein Beispiel dieser Art ist das Auftreten von:

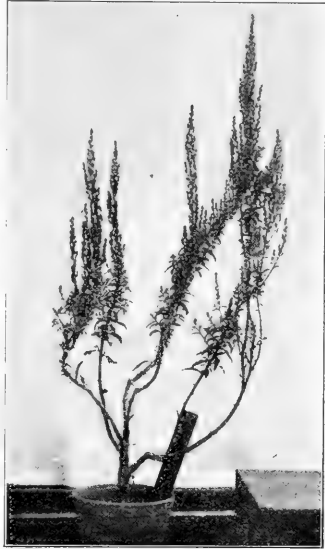


Fig. 8. *A. majus* var. *sterilis*.

5. *A. majus choripetala*.

Diese Sippe zeigt stark mißbildete Blüten. Die Blumenblätter sind nicht miteinander verwachsen und unregelmäßig gekrümmt. Die Stärke der Mißbildung ist im einzelnen je nach Ernährungs- und Witterungsverhältnissen etwas ungleich.

Die Mutation trat auf in der Nachkommenschaft von **A. 2666**, dessen Stammbaum in Fig. 10 dargestellt ist. Weder in der Aszendenz, noch der Deszendenz der Vater- und der Mutterpflanze ist sonst jemals eine *choripetala*-

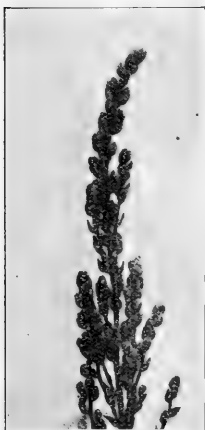


Fig. 9.

A. majus var. *sterilis*.

Pflanze aufgetreten. Auch **A. 2666** selbst zeigt in seiner Nachkommenschaft ganz die seiner Erbformel entsprechende, in diesem Falle ziemlich bunte Spaltung. Es wurden in zwei Aussaaten 170 Nachkommen aus Selbstbefruchtung herangezogen, von denen der Formel von **A. 2666** entsprechend¹⁾ rund $\frac{1}{4}$ radiär-pelorisches und rund $\frac{3}{4}$ zygomorph waren, und nur eine einzige von diesen Pflanzen war *choripetala*. Diese Pflanze **A. 4154** gab weiterhin aus Selbstbefruchtung eine einheitliche *choripetala*-Nachkommenschaft. Das gleiche gilt auch für die folgende Generation aus Selbstbestäubung. Die erste *choripetala*-Pflanze war anscheinend — die Unterscheidung ist an *choripetala*-Pflanzen nicht leicht durchführbar — zygomorph *choripetala*. Die Nachkommenschaft dieser ersten *choripetala*-Pflanze war, wie eben schon gesagt, zwar durchweg *choripetala*, aber die Blütenform war im übrigen nicht einheitlich, ein (zahlenmäßig nicht feststellbarer) Teil war zygomorph *choripetala*, ein anderer radiär *choripetala* und ein dritter endlich hatte zygomorph *choripetala*- und radiär *choripetala*-Blüten auf der gleichen Pflanze.

Diese verschiedenen Typen sind nach den bisherigen Versuchen erblich. Die auf einzelne Tochterpflanzen der ersten *choripetala*-Pflanze zurückgehenden, aus Selbstbefruchtung gezogenen verschiedenen *choripetala*-Familien sind teils einheitlich zygomorph *choripetala*, teils einheitlich radiär *choripetala*, teils weisen sie neben radiären und zygomorphen Pflanzen auch Pflanzen auf, die radiäre und zygomorphe Blüten haben. Eine ganz sichere Unterscheidung der Kategorien ist nicht möglich, vielleicht hängt die Sache so zusammen. Versuche darüber sind im Gang — daß in dem Faktor E, der den Unterschied zwischen radiär und zygomorph bedingt, heterozygote *choripetala*-Pflanzen die beiderlei Blütenformen nebeneinander aufweisen.

¹⁾ Die Vaterpflanze **A. 2245** war radiär pelorisch.

Die weiteren Fälle von homozygotisch aufgetretenen Mutationen entsprechen durchaus diesem einen Beispiel und seien deshalb hier nicht im einzelnen beschrieben.

III. Modus. Auf einer Pflanze treten vegetativ entstandene Zellkomplexe oder ganze Sprosse auf, die heterozygotisch mutiert sind.

Auch abgesehen von dem Auftreten von roten Zellkomplexen und ganz roten Sprossen auf Pflanzen aus den „gestreiften“ Sippen, auf die ich hier nicht eingehen will, kamen in meinen Kulturen einzelne Fälle vor, in denen auf in irgend einem Erbfaktor heterozygotischen Pflanzen Zellkomplexe, Sproßsektoren oder ganze Sprosse erschienen, welche in diesem Faktor ganz rezessiv waren. So sind bei Pflanzen, die *Dd* waren, d. h. heterozygotisch in dem Faktor, der den Unterschied zwischen „ganz“ und „delila“ bedingt, einzelne Blüten in einem Sproßsektor entstanden, die *dd*, d. h. „delila“ waren, oder in Pflanzen, die heterozygotisch rot *Ff* waren, sind elfenbein gefärbte *ff*-Sektoren und *ff*-Äste entstanden. Ferner sind auf *Gg*-Pflanzen (heterozygotisch *pieturatum*) *gg*-Blüten (rot) gefunden worden. Im ganzen kenne ich aus meinen *Antirrhinum*-Kulturen fünf einwandfreie Fälle dieser Art. Eine ausführliche Beschreibung eines Einzelfalles ist an dieser Stelle wohl nicht erforderlich. Betonen möchte ich nur, daß hierbei überall mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit der ganze mutierte Gewebekomplex bzw. der ganze mutierte Sektor auf eine ursprünglich mutierte Zelle zurückgeführt werden konnte.

In diese drei Modi passen alle bisher von mir genauer untersuchten Fälle von Mutationen.

Ich glaube, aus diesem Umstand und aus der noch näher zu besprechenden relativen Häufigkeit der drei Mutationsmodi lassen sich gewisse Schlußfolgerungen ziehen. Dazu ist zunächst eine gewisse kritische Betrachtung der Häufigkeit der drei Modi erforderlich.

Wenn ich nur die vollkommen einwandfreien und bisher schon genügend untersuchten Fälle in Betracht ziehe, so ergibt sich, daß

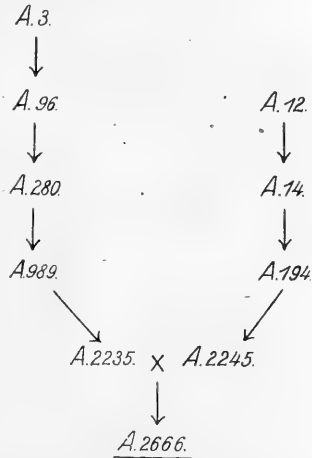


Fig. 10. Stammbaum von *A. majus* var. *choripetala*.

bisher 8 verschiedene Mutationen zweifellos nach Modus I, 7 nach Modus II und 5 nach Modus III aufgetreten sind. Nach dem theoretisch, gewissermaßen als Ergänzung der gefundenen Modi, denkbaren Modus IV: Auftreten von homozygotisch mutierten Zellkomplexen, Sproßsektoren oder Sprossen auf einem Individuum, ist bisher in meinen Versuchen noch keine Mutation vor sich gegangen.

Die relative Häufigkeit 8 : 7 : 5 der verschiedenen Mutationsmodi bedarf noch einer Korrektur. Zunächst, daß Modus I und Modus II ungefähr gleich häufig gefunden worden sind, beweist nicht, daß die relative Häufigkeit dieser beiden Mutationsmodi die gleiche sei.

Da im allgemeinen die heterozygotischen Mutanten nicht deutlich von der Ausgangsrasse verschieden sind (Dominanz der Eigenschaftsbildung der Stammrasse!), fallen die heterozygotisch mutierten Individuen in den Versuchsbeeten gar nicht auf, sie werden nur dann als solche erkannt, wenn ich, wie in den geschilderten Beispielen, durch einen Zufall gerade diese Individuen in den Beeten als Samenträger auswähle, d. h. sie zu Stammpflanzen mache und beutele. Dagegen sind die als Homozygoten auftretenden Mutanten als solche ohne weiteres erkennbar. Um zu einer annähernd richtigen Schätzung der relativen Häufigkeit der beiden Mutationsmodi zu gelangen, muß man deswegen folgende Berechnung anstellen: Es sind von mir im Laufe der Jahre rund 200 000 *Antirrhinum*-Pflanzen großgezogen und durchmustert worden. Darunter waren sieben Fälle von homozygotischen Mutationen mit im ganzen zehn mutierten Pflanzen. Das gibt eine Häufigkeit von $0,05\%$ für die Mutationen nach Modus II. Andererseits sind im Laufe der Jahre von bisher rund 4000 Einzelpflanzen die Nachkommen aus Selbstbefruchtung gezogen worden und von diesen 4000 Einzelpflanzen erwiesen sich acht als heterozygotisch mutiert, das gibt eine Häufigkeit von 2% für die Mutanten nach Modus I, Mutanten nach Modus I wären demnach 40mal so häufig als Mutanten nach Modus II!

Auch die Häufigkeitszahlen für die Mutanten nach Modus III bedürfen einer Korrektur. Wieder wegen der meist völligen Dominanz der Eigenschaftsbildung der Stammrasse wird das Auftreten einer vegetativ heterozygotischen Mutation nur beobachtet werden können, wenn die Mutation in einer in dem betreffenden Faktor heterozygotischen Pflanze erfolgt. Das wird wohl am besten durch ein Beispiel klar: Wenn in einer homozygotisch rotblühenden (FF¹)-Pflanze ein Zellkomplex oder ein Sektor entsteht, der ff ist, so werde ich das im allgemeinen nicht sehen können, ich würde es nur erschließen können, wenn ich zufällig gerade aus mehreren Blüten einer Pflanze, und darunter auch von einer Blüte, deren

¹) F ist einer der Faktoren, die für die Ausbildung roter Blütenfarbe und überhaupt roten Zellsafts Voraussetzung sind. ff-Pflanzen können kein Anthozyan produzieren.

subepidermale Zellschicht aus dem mutierten Zellkomplex entstanden ist. Nachkommenschaft aus Selbstbefruchtung innerhalb der gleichen Blüte, getrennt für jede einzelne Blüte, großzöge. Wenn dagegen in einer ebenfalls rotblühenden Ff-Pflanze durch genau die gleiche Mutation ein ff-Sektor entsteht, so wird er sofort an der hellgrünen (statt roten) Unterseite der Blätter und an der nicht roten Farbe derjenigen Blüten auffallen, die in diesem Sektor sitzen. Nun sind zwar die rund 200000 von mir bisher großgezogenen *Antirrhinum*-Pflanzen fast sämtlich in wenigstens einem Erbfaktor heterozygotisch gewesen, aber man darf deshalb, weil darunter nur an fünf Individuen vegetative Mutationen nach Modus III gefunden worden sind, nicht schließen, daß die Häufigkeit dieses Modus etwa $0,25\frac{1}{100}$ sei, denn eine solche vegetative Mutation wird nur gefunden, wenn die betreffende Pflanze gerade in dem gleichen Erbfaktor heterozygotisch ist, in dem auch die Mutation erfolgt. Nun betreffen alle sicheren Fälle von Mutationen nach Modus I und Modus II Erbfaktoren, welche alle meine bisherigen Versuchspflanzen homozygotisch in der dominanten Eigenschaftsbildung aufweisen. Es wäre also keine einzige von diesen $7 + 8 = 15$ Mutanten gefunden worden, wenn sie bei mir nach Modus III aufgetreten wären!

Damit ist nun aber auch jede Möglichkeit verschwunden, die Häufigkeit der Mutationen nach Modus III mit der Häufigkeit der Mutationen nach Modus I und II zu vergleichen. Da jedoch von den sehr vielerlei möglichen Mutationen, wenn sie nach Modus III erfolgen, nur diejenigen gefunden werden können, die sich auf Pflanzen abspielen, die gerade in dem betreffenden Faktor heterozygotisch sind, und da trotz der sehr geringen Wahrscheinlichkeit, daß gerade diese Voraussetzung erfüllt ist, die verhältnismäßig große Zahl von mindestens fünf Fällen dieser Art bisher gefunden worden ist, muß man schon schließen, daß dieser Modus in Wirklichkeit weitaus der häufigste ist, obwohl er verhältnismäßig selten gefunden wurde.

Daß Mutationen nach dem theoretisch denkbaren Modus IV bisher noch nicht gefunden worden sind, beweist mit aller Sicherheit, daß dieser Modus — wenn überhaupt — dann nur äußerst selten vorkommt. Die meisten¹⁾ Fälle dieser Art hätten mir, soweit ein größerer Zellkomplex oder gar ein ganzer Sproßsektor betroffen gewesen wäre, auffallen müssen. Wenn unter den 200000 von mir durchmusterten Pflanzen keine Fälle dieser Art waren, so muß die Häufigkeit dieses Modus wenigstens kleiner als $0,005\frac{1}{100}$ sein.

Das Ergebnis dieser allerdings recht mangelhaften Berechnung ist also, daß Mutationen nach Modus III (heterozygotische Mutationen einzelner vegetativer Zellen) am häufigsten vorkommen. Schon seltener ist

¹⁾ Alle, die nicht „kryptomere“ Faktoren betreffen!

das Auftreten von Mutationen nach Modus I (Auftreten heterozygotisch mutierter Individuen in Aussaaten). Noch rund 40 mal seltener als Mutationen nach diesem Modus I sind Mutationen nach Modus II (Auftreten homozygotisch mutierter Individuen in Aussaaten). Überhaupt noch nicht gefunden sind Mutationen nach Modus IV (homozygotische Mutationen einzelner vegetativer Zellen).

Die wie gesagt rein empirische Einteilung der Mutationen in diese vier Modi ist keinerlei Einteilung nach dem Zeitpunkt und dem Entstehungsort der Mutanten.

Mutationen nach Modus III und — falls es überhaupt welche gibt — nach Modus IV¹⁾ gehen ganz bestimmt zurück auf eine Zellmutation im Diplonten.

Über den Ort und Zeitpunkt des Entstehens der Mutationen nach Modus I und II kann man nur Vermutungen äußern. Sämlingsmutanten können das Ergebnis sein von Mutationen, die bei der Gametenbildung der Mutterpflanze oder auch in der haploiden Generation selbst erfolgt sind. Sie können aber auch darauf beruhen — und das ist wohl die Regel —, daß in der diploiden Mutter- oder Vaterpflanze eine vegetative heterozygotische Mutation (Modus III) vorhergegangen war, die nur einen größeren oder kleineren Teil der betreffenden Blüte, oder auch nur einen Teil des betreffenden Staub- oder Fruchtblattes umfaßt hatte. Geht aus den Samen einer durch Selbstbestäubung erzielten Frucht neben vielen nicht mutierten Keimpflanzen ein einziger heterozygotisch mutierter Sämling hervor, wie in dem ersten der beschriebenen Beispiele, dann ist fast mit Sicherheit anzunehmen, daß nur eine von den zur Funktion gekommenen Sexualzellen mutiert war und daß aus ihrer Vereinigung mit einer andern unmutierten der erste heterozygotisch mutierte Sämling entstand. Die Feststellung eines solchen Falles setzt aber im allgemeinen voraus, daß aus der Sämlingsgeneration, in der die heterozygotisch mutierte Pflanze gefunden wurde, wenigstens etwa 100 Einzelpflanzen selbstbefruchtet und auf ihre Nachkommenschaft hin untersucht werden. Nur wenn, wie in Beispiel 1, die Heterozygoten selbst schon deutlich von der Stammmasse verschieden sind, wird die mutierte Pflanze ohne weiteres auffallen. Aber auch hier besteht immer noch die Möglichkeit, ja sogar eine gewisse Wahrscheinlichkeit, daß eine Mutation nicht im Gametophyten sondern schon im vorhergehenden Sporophyten erfolgt ist.

Die Mutationen nach Modus II gehen wohl größtenteils auf heterozygotisch vegetative Mutationen ihrer Elternpflanzen zurück. Das folgt daraus, daß in den meisten von diesen Fällen nicht bloß eine homozygotisch

¹⁾ Ich kenne aus der Literatur nur einen, aber auch noch nicht ganz sicheren Fall, den FRUWIRTH (Spontane vegetative Bastardspaltung. Arch. Rass. u. Ges. Biologie 9, 1911, S. 1) beschrieben hat.

mutierte Pflanze in der kritischen Aussaat aufgetreten ist, sondern mehrere. Homozygotisch mutierte Keimpflanzen können nur entstehen, wenn mutierte Eizellen und mutierte Pollenkörner vorhanden sind, und wenn gerade zwei mutierte Gameten sich sexuell vereinigt haben, was doch immer voraussetzt, daß von den betreffenden Sexualzellen ein gewisser größerer Prozentsatz mutiert ist. Damit vollends gleich mehrere homozygotisch mutierte Keimpflanzen auftreten können, muß sogar schon ein ganz beträchtlicher Teil der Sexualzellen mutiert gewesen sein¹⁾ und das wieder ist, da eine gleichsinnige Massenmutation zahlreicher Sexualzellen nicht wahrscheinlich ist, und da eine homozygotische vegetative Mutation auf der geselbsteten Mutterpflanze mir aufgefallen wäre, wohl meistens durch eine heterozygotische Mutation auf der Mutterpflanze bedingt.

Die ganze Überlegung führt zu dem Schluß, daß alle Mutationen nach Modus III und die meisten, wenn nicht alle Mutationen nach Modus II in diploiden Zellen erfolgen und daß nur von den Mutationen nach Modus I ein Teil wahrscheinlich auf Mutation in haploiden Zellen zurückgeht, d. h. also, daß die übergroße Mehrzahl der Mutationen im Diplonten sich abspielt. Wenn man überlegt, wie viele haploide und wie viele diploide Zellgenerationen bei *Antirrhinum* den ganzen Entwicklungskreis bilden, wird die Feststellung nicht auffällig erscheinen.

Weiterhin führt die ganze Betrachtung zu dem Schluß, daß bei einer Mutation im Diplonten die beiderelterlichen Erbmassen jede für sich unabhängig voneinander mutieren.

Diese ganze Schlußfolgerung ist von einer gewissen Wichtigkeit für alle Versuche — durch Einfluß chemischer oder physikalischer Mittel usw. — künstlich Mutationen auszulösen. Man wird, ausgehend von dieser Überlegung, nicht den Gametophyten, sondern das viel besser zugängliche embryonale Gewebe des Sporophyten zu mißhandeln haben, und man wird die Mutation im allgemeinen nicht in F_1 sondern erst in F_2 der mißhandelten Pflanze erwarten dürfen! Umfassende Versuche dieser Art sind bei *Antirrhinum* seit zwei Jahren im Gang.

Die grundsätzlich wichtigste Beobachtung aus den *Antirrhinum*-Mutationen ist die, daß — immer abgesehen von dem Auftreten von *albomaculata*-Individuen und abgesehen von dem Auftreten einer hier noch nicht beschriebenen weißblättrigen Sippe mit anderer Vererbungsweise — alle Mutationen auf dem Auftreten eines mendelnden Grundunterschiedes beruhen.

¹⁾ Treten in einer Aussaat mehrere homozygotisch mutierte Keimpflanzen auf, dann ist zu erwarten, daß ein größerer Teil der äußerlich nicht mutierten Geschwisterpflanzen heterozygotisch mutiert ist. Eine entsprechende Untersuchung — d. h. Beutelung und Weiterzucht — von normalen Geschwisterpflanzen einer homozygotisch mutierten Sämlingspflanze habe ich bisher — leider — noch nicht vorgenommen.

Das steht wohl in einem gewissen Einklang damit, daß, soweit ich auf Grund meiner nunmehr dreizehnjährigen sehr ausgedehnten Erfahrung mit *Antirrhinum* feststellen kann, mit einigen wenigen Ausnahmen überhaupt alle Sorten und Rassenunterschiede innerhalb der Spezies *A. majus* und außerdem wohl auch sehr zahlreiche Speziesunterschiede in der Gattung *Antirrhinum* mendeln. Ich habe, um diese Frage zu klären, weil es praktisch nicht durchführbar ist, alle Rassen- und Sortenunterschiede aller Teile der ganzen Pflanze zu beobachten, mich im wesentlichen darauf beschränkt, alle erblichen Unterschiede der Blütenfarbe, -form, -größe usw. zu untersuchen und kann mit voller Sicherheit sagen, daß die tausenderlei schon äußerlich unterscheidbaren erblich verschiedenen Typen innerhalb der Art *A. majus*, die sich ergeben, wenn man auch nur dieses eine Organ ins Auge faßt, sich alle zurückführen lassen auf rund 30 Grundunterschiede (Gene), die in immer wieder anderen Kombinationen eine geradezu ungeheuerliche Formen- und Farbenmannigfaltigkeit ergeben. Eine zusammenfassende Darstellung dieser Dinge soll in der vorhin schon erwähnten ausführlichen Veröffentlichung erfolgen.

Wenn also auch die neu aufgetretenen Mutationen immer nur einen mendelnden Grundunterschied gegenüber der Stammrasse aufweisen, so sagt das nur, daß auch die neu aufgetretenen Rassenunterschiede gleicher Art sind, wie die schon bestehenden Rassenunterschiede und wie mindestens die Mehrzahl der Speziesunterschiede.

Die den bisher in dieser Hinsicht genauer untersuchten Mutationen zugrunde liegenden neuen Grundunterschiede (= Erbinheiten, Gene, Faktoren usw.) zeigen, von einer nachher zu besprechenden Ausnahme abgesehen, keinerlei Koppelungserscheinungen, weder untereinander noch mit anderen mir schon von früher her bekannten Grundunterschieden. Das heißt also wohl, daß die diesen einzelnen verschiedenen Mutationen zugrunde liegenden anatomischen oder chemischen Idioplasmaveränderungen in verschiedenen Chromosomen sich abgespielt haben. Das ist von vornherein zu erwarten gewesen, weil *Antirrhinum* mindestens 15 Chromosomen hat, womit auch in Einklang steht, daß die relative Häufigkeit der Koppelungen¹⁾ bei *Antirrhinum* überhaupt viel geringer ist als bei den wenigchromosomigen Arten *Drosophila* und *Hordeum*.

Von dieser Regel, daß im allgemeinen die verschiedenen Mutationen keine Koppelung zeigen, gibt es wie gesagt eine Ausnahme. Es besteht zwischen drei durch Mutation in der gleichen Sippe aufgetretenen neuen Grundunterschieden eine absolute Koppelung. Das bedeutet auf Grund der Vorstellungen, die wir uns besonders nach den Arbeiten der Morganschen Schule machen müssen, doch wohl, daß diese Mutationen auf Änderungen

¹⁾ D. h. das Verhältnis der Zahl der bekannten Koppelungen: Zahl der überhaupt bekannten mendelnden Faktoren.

im gleichen Chromomer¹⁾ beruhen. Dabei handelt es sich eigentümlicherweise um ein Chromomer, in dem schon drei andere, mir lange genau bekannte untereinander ebenfalls absolut gekoppelte Grundunterschiede²⁾ sitzen. Dieses eine, anscheinend sehr labile Chromomer liegt außerdem offenbar im gleichen Chromosom, in dessen übrigen Chromomeren nach den ganz eindeutigen Koppelungsverhältnissen zu schließen noch drei weitere von den mir genauer bekannten Grundunterschieden lokalisiert sein müssen. Es sieht also so aus, als ob in einzelnen Chromomeren und einzelnen Chromosomen sich besonders leicht Mutationen abspielen.

Ich kann aber auf diese sehr verwickelten Fragen der Koppelungserscheinungen und der aus ihrem Studium auch für *Antirrhinum* in ganz ähnlicher Weise wie für *Drosophila* möglich gemachten „Topographie der Chromosomen“ in dieser vorläufigen Mitteilung nicht weiter eingehen. Diese Fragen lassen sich nur an der Hand einer ausführlichen Darstellung aller Kreuzungsversuche besprechen.

Potsdam, Institut für Vererbungsforschung, 2. Januar 1918.

Kritische Betrachtungen zur Hypothese der primären und sekundären Koppelung.

Von G. v. Ubisch.

(Eingegangen 12. April 1918.)

Das Mendelsche Gesetz fordert, daß die vier Gameten AB, Ab, aB, ab in der F_1 -Generation einer Kreuzung $AABB \times aabb$ resp. $AAbb \times aaBB$ in gleicher Häufigkeit gebildet werden. Hiervon gibt es bekanntlich viele Ausnahmen, die man als Faktorenkoppelung bezeichnet hat. Zwei Hypothesen sind in dem letzten Jahrzehnt aufgestellt worden, die diese Erscheinung zu erklären suchen: die Bateson-Punnettische Theorie der Reduplikation oder Verdoppelung und die Morgansche Theorie des crossing-over oder der Überkreuzung. Während die B.-P.-Theorie rein spekulativer Natur ist, sucht Morgan den Anschluß an zytologische Beobachtungen zu gewinnen. Mag man über letztere denken, wie man will, so scheinen mir die in der Bastard-

¹⁾ „Chromomer“ hier im Sinne von: „kleinstes austauschbares Glied eines Chromosomes“.

²⁾ Darunter die beiden Grundunterschiede, die bei der Kreuzung von elfenbein, fleischfarbig, gestreift und rot das schon in meiner „Einführung“ S. 162 geschilderte „paradoxe Dreieck“ geben.

Trow zwischen A und C eine sekundäre Koppelung induziert, die von der Form

$$AC = \frac{l m + 1}{l + m} : 1 : 1 : \frac{l m + 1}{l + m}$$

ist. Dies ist die spezielle Formel von Trow.

Es ist aber auch der kompliziertere Fall möglich, daß zwischen A und C ebenfalls eine primäre Koppelung besteht, die von der Form

$$AC = p : 1 : 1 : p$$

sei. Dann wird sich über jede primäre Koppelung eine sekundäre superponieren, so daß eine neue Koppelung entsteht, die nach Trow von der Form

$$AC : Ac : aC : ac = p \frac{(l m + 1)}{l + m} : 1 : 1 : p \frac{(l m + 1)}{l + m}$$

ist. Ebenso wird es offenbar bei AB und AC sein, so daß man dann noch die primär-sekundären Koppelungen von der Form

$$AB : Ab : aB : ab = l \frac{(m p + 1)}{m + p} : 1 : 1 : l \frac{(m p + 1)}{m + p}$$

$$BC : Bc : bC : bc = m \frac{(l p + 1)}{l + p} : 1 : 1 : m \frac{(l p + 1)}{l + p}$$

erhält. Dies ist die allgemeine Trowsche Formel.

Während die Richtigkeit der speziellen Formel einleuchtet (Trow gibt S. 315 die Ableitung), kann ich mich von der allgemeinen nicht überzeugen. In der Tat scheint mir nichts für sie zu sprechen, als daß die Grenzwerte stimmen. Denn für $p = 1$ (also keiner primären Koppelung zwischen A und C) muß $n = \frac{l m + 1}{l + m}$ = der sekundären Koppelung sein. Für $l = m = 1$, also Nichtvorhandensein der sekundären Koppelung, wird n dagegen $= p$. Nehmen wir aber beide Formeln als richtig an und sehen, welche Schlüsse daraus zu ziehen sind.

1. Die sekundäre Koppelung muß stets kleiner sein als die beiden primären. (Darauf ist schon von Punnett (8) (S. 92) aufmerksam gemacht worden.)

$$\text{Beweis: } \frac{l m + 1}{l + m} < m, \text{ denn } l m + 1 < l m + m^2, \text{ da } 1 < m^2$$

2. Eine primäre Anziehung und eine primäre Abstoßung rufen nach Trow eine sekundäre Abstoßung hervor, diese muß ebenfalls kleiner als der kleinere primäre Wert sein.

$$\text{Beweis: Es sei } \frac{l + m}{l m + 1} \geq m; l + m \geq l m^2 + m; 1 < m^2$$

also gilt das untere Vorzeichen.

$\frac{l + m}{l m + 1} < m$, also ebenfalls kleiner als l , da die Formel in l und m symmetrisch ist.

3. Wenn eine der primären Koppelungen sehr groß ist, so müssen die andere primäre und die sekundäre annähernd gleich sein.

Beweis: $p = \frac{ml + 1}{m + l}$, l sehr groß gegen m , dann ist l und m gegen

m und l zu vernachlässigen, wir erhalten also $p = \frac{ml}{l} = m$.

4. Die primär-sekundäre Koppelung = allgemeine Formel von Trow muß stets größer sein als die primäre.

Beweis: $l \frac{(mp + 1)}{m + p} > l$, da $mp + 1 > m + p$;

denn $mp > m + p$, wenn $m, p > 2$

ferner $mp = m + p$, wenn $m, p = 2$

$mp + 1 > m + p$, wenn $1 < m, p < 2$

also ist $\frac{mp + 1}{m + p}$ stets > 1 , also $l \frac{(mp + 1)}{m + p} > l$.

Es sind nun nach den Trowschen Formeln 3 Möglichkeiten zu unterscheiden, je nachdem, wieviel Koppelungen zwischen 3 Faktoren bestehen.

I. Es besteht immer Koppelung zwischen A und C und zwar immer dieselbe.

II. Es besteht manchmal Koppelung zwischen A und C, manchmal nicht.

III. Es bestehen mehrere Koppelungen zwischen A und C.

ad I. Dieser Fall darf **nur dann** auftreten, wenn A und C zwar primär miteinander, aber keins von beiden je mit einem anderen Faktor gekoppelt ist. Dabei ist es natürlich ganz gleich, ob der andere Faktor von uns untersucht ist oder nicht, ob wir ihn kennen oder nicht. Die Gegenwart irgend eines unbekannten oder bekannten heterozygotischen Faktorenpaares in unsrer Kreuzung muß, wenn es mit A oder C gekoppelt ist, eine sekundäre Koppelung hervorrufen. Jedes Mal also, wo solch ein hypothetischer Faktor homo- oder heterozygotisch in unserer Pflanze enthalten ist, muß ein anderes Koppelungsverhältnis auftreten. Nur in dem Fall, daß Faktorenkoppelung im Vergleich zu der Anzahl Faktoren selten ist, wird sich dies nicht störend bemerkbar machen. Das ist aber durchaus nicht der Fall. Je genauer man ein Tier oder eine Pflanze analysiert, desto häufiger findet man Koppelungen, ja, wir dürfen wohl mit der Morganschen Schule annehmen, daß es nicht mehr freie Faktoren als Chromosomen gibt. Nach der Trowschen Annahme dürfte es also so gut wie nie vorkommen, daß wir zweimal dieselbe Koppelung derselben Faktoren in verschiedenen Kreuzungen finden, und doch ist dies fast durchgängig der Fall!

ad II. Der zweite Fall besagt, daß manchmal Koppelungen zwischen A und C eintreten, manchmal nicht, d. h., daß A und C primär nicht gekoppelt sind, also keine Koppelung stattfindet, wenn B homozygotisch ist. Ist B dagegen heterozygotisch, so sind A und C sekundär gekoppelt. Hierfür existieren einige Beispiele, die aber höchstwahrscheinlich ganz anders zu deuten sind. Dahin gehört die merkwürdige Beobachtung von Baur (3b S. 159),

daß Koppelung zwischen zwei Faktoren stattfindet, wenn sie zusammen in den Elternpflanzen waren, also $FFGG \times ffgg$, keine Koppelung dagegen, wenn sie getrennt waren, also $FFgg \times ffGG$. Doch deutet der Verf. selbst diesen Fall jetzt ganz anders, wie er so freundlich war, mir mitzuteilen. Ferner gehören dahin einige Resultate von Punnett, auf die ich weiter unten zurückkomme.

ad III. Der dritte Fall schließlich, daß zwei verschiedene Koppelungen auftreten müssen, je nachdem B homo- oder heterozygotisch ist, also je nachdem $AC = p:1:1:p$ oder $p \frac{(lm+1)}{l+m} : 1:1:p \frac{(lm+1)}{l+m}$ ist, ist schon unter Fall I behandelt.

Experimentelle Belege.

Indem ich jetzt zu den Versuchsreihen übergehe, die als Bestätigung der Trowschen Annahmen von ihm und anderen angeführt werden, möchte ich bemerken, daß ich mit Ausnahme der ersten Versuche von Gregory die experimentell gefundenen Zahlen nicht wiedergebe, sondern nur das von den Verfassern daraus abgeleitete Koppelungsverhältnis. In den meisten Fällen erhält man mit Hilfe des Korrelations- oder Dissoziationskoeffizienten ein ganz anderes Verhältnis. Da aber bei den meist geringen Individuenzahlen eine große Sicherheit der Bestimmung überhaupt nicht zu erzielen ist, möchte ich den Vorwurf vermeiden, als ob auch ich eine „Tendenz“ gehabt hätte. Auch mit den von den Verfassern angegebenen Verhältnissen wird es nicht schwer sein zu zeigen, daß sie durchaus nicht das beweisen, was die Verfasser annehmen.

Einen Beleg für seine spezielle Formel findet Trow bei Gregory 5a) in dessen Arbeit über *Primula sinensis*. Ich gebe hier nur die Zahlen wieder, ohne auf die Bedeutung der Buchstaben einzugehen, die für uns keine Wichtigkeit haben.

Die erste Versuchsserie

Phänotypen in F_2

$$MS : Ms : mS : ms = 7 : 1 : 1 : 7 \quad 33 : 3 : 1 : 10$$

$$MD : Md : mD : md = 1 : 1 : 1 : 1 \quad 27 : 9 : 9 : 2$$

$$DS : Ds : dS : ds = 1 : 1 : 1 : 1 \quad 24 : 10 : 12 : 1$$

zeigt nach Trow, daß primäre Koppelung zwischen M und S besteht.

Auf die zweite Serie

Rückkreuzung \times mmss

$$MS : Ms : mS : ms = 7 : 1 : 1 : 7 \quad 53 : 3 : 6 : 40$$

$$MG : Mg : mG : mg = 2 : 1 : 1 : 2 \quad 39 : 17 : 18 : 28$$

$$GS : Gs : gS : gs = 5 : 3 : 3 : 5 \quad 64 : 35 : 30 : 44$$

wendet Trow seine Formel $p = \frac{lm+1}{l+m} = \frac{2 \cdot 7 + 1}{2 + 7} = \frac{15}{9} = \frac{5}{3}$ an, was ganz gut stimmt.

Für eine zweite Kreuzung, wo die Faktoren etwas anders kombiniert sind, nämlich $BeL \times beL$, erhält Punnett

$$\left. \begin{array}{l} BL = 10 \\ BE > 32 \\ EL = 12 \end{array} \right\} \text{3. Serie.}$$

Er nimmt an, BE sei 63, und indem er hier BL als sekundäre Koppelung betrachtet, da diese den kleinsten Wert haben muß, erhält er $63 \cdot \frac{12+1}{63+12} = 10,01$, was wieder sehr gut stimmt.

Bailey dagegen rechnet aus der dritten Serie direkt $l = p = 3$ aus, und m zwischen 8 und 9. Wie ein Vergleich mit Serie 1 zeigt, stimmt das wieder nicht.

Ähnliche Rechnungen werden mit einer zweiten Serie von Punnett DFN ausgeführt.

$$\left. \begin{array}{l} \text{FD ist 15 für N homozygot} \\ \text{NF „ 3 „ D „} \\ \text{ND „ 3 „ F „} \end{array} \right\} \text{Serie 1.}$$

DFN \times dfn	DfN \times dFn
FD = 15	15
ND = 1	3
NF = 1	3

Diese Serien gebe ich nur deshalb wieder, weil hier Fall II eintritt, daß manchmal Koppelung (nämlich bei DfN) stattfindet, manchmal nicht (bei DFN). Siehe S. 200 dieser Arbeit. Auf die Rechnung Baileys gehe ich nicht weiter ein.

Zweierlei ist an diesen Resultaten bemerkenswert, 1. daß die Resultate Punnetts so gut mit seiner Rechnung stimmen, trotzdem die Formel gar nicht für den Fall paßt. 2. daß die Baileyschen mit der für diesen Fall bestimmten Formel nicht stimmen. Den Grund dazu sehen wir leicht ein, wenn wir uns noch einmal die Konsequenzen der S. 196–197 skizzierten Fälle I–III überlegen. Aus diesen geht hervor, daß die Trowsche allgemeine Formel überhaupt nicht mit den Resultaten der letzten Jahre übereinstimmt. Denn wir haben schon oben gesehen, müßten die Fälle am häufigsten auftreten, die nie vorkommen und umgekehrt, denen, die nie auftreten, müßten wir auf Schritt und Tritt begegnen. Wir müssen also die Trowsche allgemeine Formel ganz fallen lassen.

Stellen wir uns jetzt einmal auf den Boden der Morganschen Anschauung und heben die hier für uns wichtigsten Punkte hervor.

1. Es kann nur so viele voneinander ganz unabhängige Faktorenpaare geben, als das Objekt Chromosomen hat. Dies geht mit Sicherheit aus den Versuchen der Morganschen Schule hervor, die über hundert Faktorenpaare bei der Taufleige untersucht hat, und die diese in nur vier voneinander

unabhängige Gruppen zu teilen instande ist, entsprechend den vier Chromosomen des Objektes. Dafür sprechen auch meine eigenen Versuche mit Gerste, bei denen ich unter 19 untersuchten Faktorenpaaren bisher 10 Koppelungen sicher feststellen konnte, die zum großen Teil in zwei Chromosomen liegen. (Gerste hat sieben Chromosomen.) Ein Teil dieser Koppelungen wird in einer demnächst in dieser Zeitschrift erscheinenden Arbeit behandelt.

2. Die Faktoren sind linear in dem Chromosom angeordnet, zeigen also immer dieselbe Koppelung untereinander, da diese von der Entfernung der Faktoren voneinander abhängig ist; oder sie zeigen keine Koppelung, wenn sie in verschiedenen Chromosomen liegen.

3. Die Faktorenanziehung, oder -abstoßung kommt durch ein Überkreuzen zustande, wobei an der Kreuzungsstelle die Chromosomenenden ausgetauscht werden. Der Austausch ist danach häufiger, wenn die Faktoren weit voneinander entlernt liegen. Denn bei der Überkreuzung nach dem Schema der Fig. 1 wird AB von CD getrennt, bei Überkreuzung nach dem



Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.

Schema von Fig. 2 nur D; also wird D, das weiter weg liegt, beidemale von A getrennt, C nur einmal und B keimal.

4. Indem doppeltes Überkreuzen stattfinden kann (Fig. 3), findet man manchmal den Koppelungsgrad etwas herabgesetzt, da dadurch Teile des gleichen Chromosoms wieder zusammenkommen können. Doch tritt dies mehrfache Überkreuzen nie so oft auf, daß es den Koppelungsgrad sehr ändern könnte. Ausgeschlossen ist es allerdings nicht, daß das Fehlen der Koppelung bei der zweiten Punnettischen Serie S. 199 darauf zurückzuführen ist.

Der Grund, weshalb die Punnettischen Versuche trotz der angewandten Formel stimmen, wird nun auch klar. Diese Formel gilt nicht speziell, wie Trow es annahm, sondern ganz allgemein, mit Ausnahme der durch das doppelte crossing-over geschaffenen kleinen Abweichungen. Diese Formel ist der Trowschen und Morganschen Theorie gemeinsam, worauf schon H. J. Müller (7) hingewiesen hat. Die Punnettischen Versuche stellen den Spezialfall S. 193 dar, daß eine Koppelung sehr groß gegen die andere ist. In diesem Falle verhält es sich praktisch so, als würden zwei Eigenschaften durch einen Faktor vererbt, diese beiden sind also durcheinander ersetzbar. Da $BE = 63$, also eine sehr große Zahl ist, kann man B und E durcheinander ersetzen, und darum muß $BL = EL$ sein, wie Punnett gefunden

hat. Daß bei der Kreuzung $BEL \times bel$ für l, m, p andere Werte herauskommen als bei $BeL \times bEl$ kann ich mir allerdings nur durch andere unbekannte heterozygote Faktoren erklären, die die Verhältnisse etwas ändern. Im übrigen muß man sich darüber klar sein, daß eine sehr große Individuenzahl nötig ist, um eine sichere Entscheidung zwischen höheren Zahlen für n zu treffen.

Literatur.

1. Bailey. Journ. of Genetics III, p. 221—228, 1913.
2. a) Bateson a. Punnett. Proc. Roy. Soc. B. Vol. 84, p. 3—8, 1911.
b) Bateson a. Punnett. Journ. of Genetics I, p. 293—302, 1911.
3. a) Baur. Zschr. f. ind. Abst.- u. Vererbgs. VI, p. 201—216, 1911/12.
b) Baur. Einführung in die exp. Vererbgs. p. 159, 1914.
4. Collins. The Americ. Nat. XLVI, p. 569—590, 1912.
5. a) Gregory, Proc. Roy. Soc. B. Vol. 84, p. 12—15, 1911.
b) Gregory, Journ. of Genetics I, p. 73—132, 1911.
6. Morgan, H. Journ. of exp. Zool. XI, 1911 und andere Arbeiten.
7. Müller, H. J. The Americ. Nat. L, April—July 1916.
8. Punnett. Journ. of Genetics III, p. 77—104, 1913.
9. Sturtevant. Zschr. f. ind. Abst.- u. Vererbgs. XIII, p. 234—287, 1915.
10. a) Trow. Journ. of Genetics II, p. 313—324, 1912.
b) Trow. Journ. of Genetics II, p. 239—276, 1912.

Referate.

Beijerinck, M. W. De enzymtheorie der erfelijkheid. Kon. Akad. van Wetensch. Amsterdam, Deel 25, 1917, p. 1231.

The enzyme theorie of heredity. Proc. Kon. Akad. van Wetensch. Amsterdam, Vol. 19, p. 1275.

Zum richtigen Verständnis der vom Verf. gegebenen Theorie ist es notwendig seine Auffassungen über die Erbllichkeit hier anzuführen. Er sagt: „die wahrscheinlichste Theorie der Erbllichkeit besteht in der Auffassung, daß der lebende Teil des Protoplasmas der Zelle zusammengesetzt ist aus einer großen Anzahl verschiedener Träger, welche die erblichen Eigenschaften des Organismus bestimmen. Bei der Zellteilung verdoppeln oder vermehren diese Träger sich und infolgedessen gehen die Eigenschaften latent oder aktiv auf die Tochterzellen über.“ Weiter hat Verf. durch seine Untersuchungen die Überzeugung erhalten, daß die Enzyme im Leben und in der Entwicklung von Pflanzen und Tieren eine bedeutende Rolle spielen. „Die ontogenetische Entwicklung der höheren Pflanzen und Tiere“ heißt es „kann am besten erklärt werden durch die Annahme, daß dabei eine Reihe von Enzymen, größtenteils Endoenzyme, wirksam sind, welche in bestimmter Weise aufeinanderfolgend aktiv werden und die morphologischen und physiologischen Eigenschaften bedingen, welche sich bei der Entwicklung nach und nach manifestieren.“ Verf. stellt nun die Hypothese auf, daß das ganze lebende Protoplasma aus Enzymen besteht und daß somit Enzyme und Erbinheiten dasselbe bedeutet, m. a. W. daß die Gene, Faktoren oder wie man dieselben andeuten will, Enzyme sind. Beweise für die Richtigkeit dieser Auffassung findet Verf. in verschiedenen Beobachtungen bei einzelligen Organismen gemacht, besonders bei Leuchtbakterien wie *Photobacter splendidum* und *Ph. phosphoreum*. Es ergab sich, daß die Leuchtfunktion dieser Bakterien ebensogut dem lebenden Protoplasma wie einem Enzym zugeschrieben werden kann. Daß ein Enzym die Ursache der Lichtentwicklung ist, wurde mit ultraviolettlem Licht nachgewiesen. Mittels einer Quarzlampe wurden die Leuchtbakterien in den nekrobiotischen Zustand gebracht. Hierbei verloren sie ihre Reproduktionsfähigkeit, behielten aber ihre Leuchtkraft. Bei Nahrung mit Glykose entstand in diesem Zustande eine deutliche Erhöhung der Leuchtkraft, weil aus der Glykose Luciferin gebildet wurde, d. h. das Substrat, worauf das vorhandene und noch wirksame Enzym einwirkte. Daß die Leuchtfunktion der Leuchtbakterien vom lebenden Protoplasma abhängig ist, geht aus mehreren beobachteten Erscheinungen hervor. Bei Anwendung von Anästhetika hört das Leuchten fast ganz auf; indem es nach Verdunstung dieser Stoffe wenig abgeschwächt wieder anfängt. Erwärmung mit darauf-

folgender Abkühlung wirkt in derselben Weise. Durch Säuren und Alkalien verschwindet die Funktion, kehrt aber nach Neutralisation wieder zurück. Eine hohe Salzkonzentration verdunkelt, nach Verdünnung tritt das Leuchten wieder auf. Schon lange her wurde Verf. durch diese Beobachtungen dazu geführt, den Träger der Leuchtfunktion Photoplasma zu nennen. Weiter wird die Leuchtfunktion beim Vorhandensein einer genügenden Menge von Peptonen bedeutend erhöht durch verschiedene stickstofffreie und stickstoffhaltende Verbindungen, welche nicht als Reize wirken, aber wie beim normalen Atmungsprozeß zu Kohlensäure, Wasser und Ammoniak oxydieren. Peptone allein werden vom Photoplasma zersetzt unter Bildung von Kohlensäureammoniak, Kohlensäure und Wasser. Es ergibt sich also, daß die Leuchtfunktion vom Photoplasma abhängt wie im allgemeinen der Atmungsprozeß vom Protoplasma: das Photoplasma bildet einen Teil des gesamten Atmungsprotoplasmas der Leuchtbakterien. Es besteht somit wahrscheinlich aus verschiedenen Atmungsfaktoren oder Oxydasen. Außer für die Leuchtfunktion zeigt Verf. den Zusammenhang zwischen der Wirkung des lebenden Protoplasmas und der Enzyme bei der Bildung der Zellwand. Gewöhnlich wird diese als eine Bildung des wandständigen Protoplasmas betrachtet. Verf. bewies aber, daß der Prozeß bei verschiedenen Mikroben von einem oder mehreren Enzymen bedingt wird. Es würde zu weit führen, die Beispiele hier zu geben. Zum Schlusse fügt Verf. noch einige Betrachtungen über die Enzyme bei der Gallenbildung und in der Immunitätslehre hinzu. Im Zusammenhang mit seiner hier gegebenen Hypothese ist Verf. jetzt der Meinung, daß bei der Gallenbildung zwei Gruppen von Substanzen eine Rolle spielen: das Protoplasma der Pflanze, das aus den unveränderten Erbinheiten besteht, und eine vom Ei der Wespe oder Larve herrührende Substanz, welche augenscheinlich den Charakter eines oder mehrerer Enzymsubstrate hat, worauf die Erbinheiten der Pflanze als Enzyme passen. Im Gegensatz zu der früheren Auffassung liefert also das Gallentier nicht Enzyme, sondern Enzymsubstrate. Über die Immunität sagt Verf. das Folgende: „auf dem Gebiete der Immunität sind Tatsachen bekannt, welche beweisen, daß lebende Zellen bisweilen aus ihrer Umgebung Enzyme aufnehmen können. In denjenigen Fällen nämlich, worin erworbene Immunität erblich ist, müssen die dabei funktionierenden Substanzen wohl zu den Erbinheiten also zu den Enzymen gehören. Sie liefern zugleich den Beweis, daß die Meinung Darwins, nach welcher die „Gemmules“ seiner Pangenesehypothese im Organismus herumströmen, wenigstens was die höheren Tiere betrifft, in gewissen Fällen richtig ist. Bei nicht erblicher Immunität würden herumströmende Enzyme vorkommen können, welche nicht von den Fortpflanzungszellen aufgenommen werden.“ Tine Tammes, Groningen.

Gates, R. R. Heredity and mutation as cell phenomena. American Journal of Botany. II. p. 519—528. 1915.

Verfassers Standpunkt bezüglich des gründlichen Unterschiedes, welches s. E. zwischen Bastardierung und Mutation besteht, ist weit bekannt und auch den Lesern dieser Zeitschrift aus eigener Lektüre vertraut. Deshalb möchte ich hier keine Auseinandersetzung der Ausführungen des Verf.s geben, aber auf eine sonderbare Prämisse hinweisen, welche er seinen weiteren Betrachtungen vorangehen läßt. Aus den neueren Ergebnissen der Mendeluntersuchungen glaubt Verf. herzuleiten, daß keine Ähnlichkeiten, sondern gerade Unterschiede vererbt werden. Recht hat Verf. bestimmt, wenn er

sagt; „In the same way, in all sexually reproduced organisms it is not the similarities but the differences between ancestors, or between the offspring, that we remark upon as being inherited“. Unsere Arbeitsmethode der Vererbungsforschungen ist ja bis jetzt beschränkt auf die Untersuchungen der Vererbung nach Bastardierung, aber die Bastardierung ist nur ein Hilfsmittel zum Studium der eigentlichen Vererbung. Also ist m. E. die darauf folgende Schlußfolgerung des Verf.s verfehlt, wenn er sagt: „It has therefore become necessary to reverse in a sense the usual point of view with regard to heredity. Since it is inaccurate to say that heredity is measured by the degree of resemblance between parent and offspring, we may state that heredity consists in the perpetuation of the differences between related organisms. Inheritance is then the process by which these differences are perpetuated from generation to generation. This manner of statement is particularly useful when we contrast heredity and variation from the evolutionary point of view. For we may then define variation as the process by which new differences arise, and inheritance as the process by which they are perpetuated.“ Ich habe absichtlich diese Definitionen nicht ins Deutsche übersetzt, um jedem Mißverständnis vorzubeugen, denn es scheint mir, daß Verf. sich hier auf einem Irrwege befindet. Wenn wirklich nur Unterschiede und keine Übereinstimmungen vererbt werden, dann gibt es keine Vererbung von Homozygoten, und gar keine Vererbung in reinen Linien, denn die ganze Nachkommenschaft eines Homozygoten und sämtliche zu einer reinen Linie gehörigen Pflanzen sind gerade durch die Übereinstimmung charakterisiert. Der Gedankengang Gates' erscheint mir also verfehlt und hervorzugehen aus einer irrtümlichen Auffassung der Bedeutung der Vererbung, welche Verf. mit den bis jetzt üblichen Untersuchungsmethoden der Vererbung verwirrt. In dieser Weise wird die Sache mehrweniger auf den Kopf gestellt und diese Prämisse kann nur verwirrend auf die nachfolgenden Auseinandersetzungen wirken.

M. J. Sirks, Wageningen.

Honing, J. A. Variabilität der bastaardsplitting (Variabilität der Bastardspaltung). Verslagen gew. verg. Kon. Akad. Wet. Amsterdam, Wis- en Natuurr. Afdeling, XXV. p. 794—805. November 1916.

In der botanischen Vererbungslehre wird meistens angenommen, daß die verschiedenen Früchte dieselben Spaltungsverhältnisse zeigen; es soll also für die Schlußfolgerungen gleichgültig sein, in welcher Zeit der Samen einer selben Pflanze geerntet wurde. Eine diesbezügliche Ausnahme ist von Zederbauer gezeigt worden, der bei *Pisum* eine zeitliche Verschiedenwertigkeit beobachten konnte. In vorliegender Arbeit weist Verf. darauf hin, daß *Pisum* in dieser Hinsicht nicht einzeln steht, aber daß in Verf.s Bastardierungen zwischen *Canna indica* und *C. glauca* sich ähnliche Resultate ergeben haben.

Aus einer F_1 -Generation, welche eine einzige Pflanze enthielt, wurde eine F_2 -Generation gezüchtet von 1168 Individuen, deren 867 aus künstlicher Bestäubung und 301 aus freier Bestäubung erhalten waren. Es gab aber in der Nähe keine anderen blühenden Cannapflanzen; deshalb soll diese freie Bestäubung der künstlichen gleichgesetzt werden dürfen. Die Unterschiede zwischen den beiden Eltern beziehen sich auf dreizehn Merkmalspaare, wovon je ein Merkmal dominierend, das andere rezessiv ist. Die Chromosomenzahl der beiden *Canna*-Arten ist acht, und deshalb haben wir hier eine Bastardierung zwischen zwei Pflanzen, welche in mehr Faktoren unterschieden sind, als ihre Chromosomenzahl beträgt. Als Schlußfolgerungen aus seinen Bastar-

dierungen gibt Verf. folgendes: Für die Faktoren des roten Blattrandes, der Wachsschicht auf den Blättern, der Zahl, Länge und Farbe der Staminodien, zeigen die Verhältniszahlen der Phaenotypen in den verschiedenen Aussaaten unter sich starke Abweichungen, obzwar die F_1 -Generation eine einzige Pflanze war; die Bastardspaltung ist also sehr variabel. In keiner Aussaat stimmten die Spaltungsverhältnisse mit denjenigen, welche sich aus unabhängiger Mendelspaltung herleiten lassen, überein.

M. J. Sirks, Wageningen.

Jennings, H. S. The numerical results of diverse systems of breeding. Genetics 1, 1916.

Der Verf. hat im ganzen 82 Formeln gefunden, durch welche es, in Verbindung mit zwei einfachen Tabellen, nach fortgesetzter Zeugung irgend eines Systemes, möglich ist, die Zusammensetzung einer beliebigen Generation — die drei Kategorien AA, Aa und aa betreffend — zu berechnen, wenn nur ein genotypischer Unterschied in Betracht genommen wird. (Eine spätere Abhandlung wird den Fall von mehreren solchen besprechen.) Außerdem wird die konstante Proportion, gegen welche die genetische Zusammensetzung, ohne sie meistens theoretisch je zu erreichen, strebt, sowie die relativ kleine Zahl der Generationen, durch die die Zeugung durchgeführt werden muß, um dieses Schlußresultat innerhalb 1% zu erreichen, angegeben. Sowohl typische als auch geschlechtsbegrenzte Faktoren betreffend, werden die folgenden Fälle behandelt: freie Paarung, beschränkte Paarung (Dominante mit Dominante, Rezessive mit Rezessive), Selektion von Dominanten, Selbstbefruchtung, Inzucht unter Geschwistern oder zwischen Eltern und Kindern (nach verschiedenen Systemen). In jedem Einzelfalle werden die Resultate des verschiedenen Materiales, wovon man ausgehen kann — $AA \times aa$, $AA \times Aa$, $Aa \times Aa$ oder $Aa \times aa$ in derselben oder verschiedener Anzahl — berücksichtigt. Für viele sowohl theoretische als auch praktische Zwecke dürfen die einfachen Formeln, die keine besonderen mathematischen Voraussetzungen fordern, sehr nützlich sein.

Tage Ellinger.

Kapteyn, J. C. Skew frequency curves in Biology and Statistics. Rec. des Trav. bot. Néerl. Vol. XIII, 1916, p. 105—157. Mit 8 Taf.

Im Jahre 1913 publizierte Verf., der bekannte Groninger Astronom, eine Abhandlung über schiefe Variationskurven: „Skew frequency curves in biology and statistics“ und im Jahre 1916 wurde von ihm und Prof. M. J. van Uven eine zweite Arbeit unter demselben Titel veröffentlicht. In beiden Arbeiten hat Kapteyn versucht die mathematische Ableitung seiner Theorie möglichst einfach zu geben, aber dennoch werden dabei Formeln benutzt, welche dem nicht in Mathematik erfahrenen Leser Schwierigkeiten bieten. Aus diesem Grunde hat er in vorliegender Abhandlung eine allgemeinverständliche Darstellung seiner Theorie gegeben, wobei die mathematische Ableitung ganz umgangen ist.

Nach Verf. ist es möglich aus statistischen Beobachtungen, die eine schiefe Frequenzkurve geben, einiges abzuleiten über die Wirkung der Ursachen, wodurch diese Kurve entstanden ist, und er zeigt, in welcher Weise man dieses ohne Mathematik erreichen kann. Hiermit hat er den Biologen ein bedeutendes Hilfsmittel zur Erklärung der beobachteten Erscheinungen gegeben. Nur zu oft wird von den Biologen, die sich mit Statistik beschäftigen, nur gemessen oder gezählt und Kurven gemacht ohne weiteres.

Verf. fängt mit einer Besprechung der normalen und der schiefen Kurve an und er beweist mit einem Beispiel, nämlich Diameter und Volumen von Beeren, daß normale Kurven entstehen, wenn der Effekt der Ursachen, d. h. hier das Wachstum unabhängig von der schon erreichten Größe der Individuen ist, während schiefe Kurven erhalten werden, wenn der Effekt der Ursachen von der erreichten Größe wohl abhängt. Obgleich letzteres am meisten vorkommt, so erhält man dennoch in den meisten Fällen normale Kurven. Dieses ist eine Folge davon, daß die Schiefeit gering ist, wenn der von jeder Ursache zustande gebrachte Effekt, d. h. im Beispiel das Wachstum, verglichen mit der absoluten Größe verhältnismäßig klein ist. In der Natur scheint dieses fast immer vorzukommen und weil eine Kurve, die nur in geringem Grade schief ist, wie eine normale aussieht, geben die Beobachtungen scheinbar meistens normale Kurven. Hierauf beschreibt Verf. ausführlich die Methode, nach welcher aus den Beobachtungen der Zusammenhang zwischen der erreichten Größe und dem Effekt der Ursachen abgeleitet werden kann. Er geht dabei nicht von der Frequenzkurve aus, sondern von dem Galtonschen Schema. Mittels einer Tabelle werden aus dem Schema Werte abgeleitet, welche reine Funktionen der ursprünglichen Werte sind und welche zusammen eine normale Frequenzkurve geben. Aus den gefundenen Werten können wieder mittels einer Tabelle Werte bestimmt werden, welche dem Wachstum von Individuen verschiedener Größe proportional sind. Es würde zu weit führen den Beweis hierfür hier anzugeben. Die graphische Darstellung dieser Werte nennt Verf. Reaktionskurve, weil die Ordinaten die relative Intensität angeben, mit welcher Individuen verschiedener Größe auf Wachstumsursachen reagieren.

Verf. gibt mehrere Beispiele mit den vollständigen dazu gehörenden Tabellen und mit Figuren, in welchen die Frequenzkurve, die normale Funktionskurve und die Reaktionskurve graphisch dargestellt sind. Hieraus ergibt sich, daß zu einer normalen Frequenzkurve eine Reaktionskurve gehört, welche der x-Achse parallel ist, die Reaktion ist immer dieselbe, unabhängig von der Größe der Individuen. Andere Beispiele beziehen sich auf diejenigen schiefen Kurven, bei denen die Logarithmen der Werte normale Kurven geben. Hierfür ist die Reaktionskurve immer eine gerade Linie, welche mit der x-Achse einen Winkel bildet. In diesem Falle ist die Reaktion der Größe der Individuen proportional. In anderen Beispielen sind gebogene Reaktionskurven erhalten, aus deren Verlauf man den Verlauf der Reaktion ableiten kann. Ein einziges sei hier zur Erläuterung angeführt. Der Diameter der Sporen von *Mucor Mucedo* und *Mucor Mucclaginus* gibt eine Frequenzkurve mit einem außerordentlich hohen Gipfel. Verf. sagt hierüber weiter das Folgende: „hiernit (mit diesem hohen Gipfel) korrespondierend finden wir ein starkes Minimum in der Reaktionskurve. Wir erhalten hierdurch eine Andeutung, daß zur Zeit, wo der Diameter der Sporen ungefähr 18–19 Einheiten beträgt, eine Periode von relativer Ruhe im Wachstum anfängt. Wie ich schon früher gesagt habe, müssen wir ein solches Resultat mehr wie eine Andeutung, wie eine Arbeitshypothese betrachten als wie eine wohl begründete Tatsache. Dennoch besteht im vorliegenden Fall einiger Grund für den Glauben, daß unsere Interpretation die richtige ist. Dieser Grund, worauf Prof. Hugo de Vries freundlichst meine Aufmerksamkeit lenkte, liegt in dem schon im Jahre 1884 vom Herrn Prof. Errera gemachten Beobachtung, daß das Wachstum der Sporangia einiger Fungi derselben Familie eine Ruheperiode aufweist.“ Hieraus ergibt sich, daß die Theorie von Kapteyn zu biologisch wichtigen Folgerungen führen kann.

Tine Tammes, Groningen.

Rosén, D. Zur Theorie des Mendelismus.

1. Über scheinbare Koppelungs- und Abstoßungsphänomene bei gewissen polymeren Spaltungen. *Botaniska Notiser* 1916, S. 289—294.
2. Über den analytischen Wert von Rückkreuzungen. *Botaniska Notiser* 1916, S. 294—298.

Der Verf. zeigt durch zahlreiche theoretische Beispiele, daß man kein Recht hat lediglich aus Spaltungszahlen in F_2 oder bei Rückkreuzungen auf eine Koppelung bezw. Abstoßung von Faktoren zu schließen. Es können solche komplizierte Verhältnisse mit mehreren Grundfaktoren und mehreren gleichsinnigen anderen Faktoren vorliegen, daß eine Koppelung bezw. Abstoßung vorgetäuscht wird. Die vom Verf. behandelten Fälle sind Koppelung nach den Systemen 160:1:1:160, 40:1:1:40, 10:1:1:12, 8:1:1:8 und 4:1:1:4 sowie Abstoßung nach den Systemen 1:3:3:1, 1:7:7:1 und 1:15:15:1. Als Beispiel wird hier die Kreuzung 5 der zweiten Mitteilung etwas eingehender erwähnt. Der Verf. nimmt hier als notwendig für Behaarung drei Grundfaktoren, A, B, C und außerdem zwei Faktoren D und E, für Rotfärbung dieselben drei Grundfaktoren sowie zwei andere Faktoren F und G an. Außerdem nimmt der Verf. Polymerie an, z. B. A_1, A_2, B_1, B_2 usw. Die F_1 -Heterozygote bekommt die komplizierte Formel $A_1a_1A_2a_2B_1b_1B_2b_2C_1c_1C_2c_2D_1d_1D_2d_2E_1e_1E_2e_2E_3e_3F_1f_1F_2f_2G_1g_1G_2g_2G_3g_3$. In F_2 wird eine Spaltung eintreten, die derjenigen bei einer Koppelung nach dem System 7:1:1:7 sehr ähnelt. Bei der Rückkreuzung der F_1 -Pflanze mit der rezessiven P-Pflanze (in diesem Falle $A_2A_2D_2D_2F_2F_2$ glatt, weiß) werden auch Zahlenverhältnisse erhalten, die dasselbe Koppelungssystem vortäuschen.

In ähnlicher Weise zeigt der Verf., daß man auch beim Verhältnis 1:1 der Spaltungszahlen bei einer Rückkreuzung mit der rezessiven P-Pflanze nicht mit Sicherheit auf eine monohybride Spaltung schließen darf.

Die Ausführungen des Verf.s sind von großem theoretischen Interesse, bis jetzt ist aber kein solcher Fall experimentell nachgewiesen.

H. Rasmuson, Hillesjö, Landskrona.

Ebstein, Dr. Erich. Zur-Polydaktylie in einem südarabischen Herrscher-geschlecht. Die Naturwissenschaften, 4. Jahrg., Heft 40, S. 603—604, 1915.

Krauß, A. Polydaktylie auf Sardinien. Die Naturwissenschaften, 4. Jahrg., Heft 47, S. 723, 1916.

Ebstein berichtet über einen Aufsatz, den Heinr. von Maltzan im Jahre 1872 in Westermans Monatsheften veröffentlicht hat. Maltzan hatte nämlich damals Gelegenheit gehabt, den Sultan der Fodli-Dynastie, Beherrscher eines mittelgroßen südarabischen Staates nicht weit von Aden, persönlich kennen zu lernen. Der Sultan war hexadaktyl an Händen und Füßen. Der sechste Finger erreichte kaum die halbe Länge des kleinen Fingers und stand „abortiv und kraftlos zur Seite“. Die Brüder und Kinder des Sultans sollen sämtlich gleichfalls vollkommen hexadaktyl gewesen sein. Diese familiäre Häufung der Polydaktylie macht Maltzan durch die Mitteilung verständlich, daß die Gemahlin des Sultans stets eine rechte Cousine desselben gewesen sein soll; sie wird demnach wahrscheinlich gleichfalls hexadaktyl gewesen sein. Bei den Seitenverwandten des Sultans (Stiefgeschwister, Neffen, Vettern) sollen sich „Übergangsstufen“ zur normalen Fünffingerigkeit gefunden haben, indem nur die Hände oder nur die Füße hexadaktyl waren; am häufigsten soll der Fall gewesen sein, daß nur eine Hand und nur ein Fuß, und zwar der Fuß der andern Seite, sechsfingerig

waren. Doch hat sich Maltzan hiervon nicht durch Augenschein überzeugen können, sondern war nur auf mündliche Berichte angewiesen. Einige entfernte Vettern des Sultans, die Maltzan kennen lernte, waren von der Anomalie frei.

Krauß teilt einige Beobachtungen mit, die er während eines Aufenthaltes in Sardinien gemacht hat. Im Süden der Insel sah er zwei Geschwister mit Hexadaktylie an Händen und Füßen: ihr Vater soll auch an allen Extremitäten hexadaktyl gewesen sein. Im Nordosten der Insel sah er eine Frau, die nur an den Füßen hexadaktyl war. Daß diese Erscheinung schon früher in Sardinien bekannt war, scheint ein alter geschnittener Stein (Skarabäus) zu beweisen, der sich im Museum zu Cagliari befinden soll, und der u. a. einen Fuß mit sechs Zehen zeigt. Hexadaktyle Eidechsen hat Krauß in Sardinien mehrfach gefunden, auch ein Exemplar, das nur an den Hinterextremitäten sechs Zehen hatte. In Asuni, einem Dorf in Zentralsardinien, traf er sogar eine hexadaktyle Hunderasse an. Es handelte sich nicht um hochsitzende Afterklauen, doch war die fünfte und sechste Zehe neben den übrigen nur schwach entwickelt; die Nägel waren gut ausgebildet. Diese Hunderasse soll nach Berichten aus Asuni unterdessen ausgestorben sein.

Siemens.

Lenz, Dr. Fritz. Eine Erklärung des Schwankens der Knabenziffer. Archiv für Rassen- und Gesellschaftsbiologie, 11. Band, 5. Heft, S. 629, 1914/15, 4 S.

Die Lösung des Problems der Sexualproportion hat Verf. bereits 1911 gegeben: Da das Geschlecht des Menschen durch mendelnde Erbinheiten bestimmt wird, und da beim Menschen wie bei allen Säugern das weibliche Geschlecht homozygot, das männliche heterozygot ist, so erklärt sich das Überwiegen der Knabengeburt zwanglos dadurch, daß die männlich bestimmten Spermatozoon leichter zur Befruchtung gelangen als die weiblich bestimmten. Entsprechend erklärt sich auch das Überwiegen der Knaben bei den Erstgeburten dadurch, daß für die weiblich bestimmten Spermatozoon, die ohnehin schon schwerer zur Befruchtung gelangen, die Verhältnisse bei noch uneröffneten Geburtswegen eben besonders ungünstig liegen.

Nun haben aber die Geburtenrückgangsländer, bei denen die Erstgeborenen einen relativ großen Teil aller Kinder ausmachen, gerade eine geringe Knabenziffer. Die Erklärung für diese Erscheinung sieht Verf. nun darin, daß sich in diesen Ländern die Männer, die eine ausgesprochene Anlage zu weiblichen Zeugungen haben, im Durchschnitt stärker vermehren als die übrigen. Bei solchen Männern werden nämlich besonders häufig auch die ersten Kinder weiblichen Geschlechts sein, und da fast in jeder Familie der Wunsch nach einem „Stammhalter“ besteht, so wird in den Familien, in denen die ersten Kinder sämtlich Mädchen sind, eine energische Empfängnisverhütung erst viel später einsetzen als bei Familien, die schon mit dem ersten oder zweiten Kinde einen „Stammhalter“ erworben haben. „Auf diese Weise führt der Wunsch nach männlichen Erben, wenn er in einer Bevölkerung durch mehrere Generationen wirksam ist, paradoxerweise zu Ausleseprozessen, die ein dauerndes langsames Sinken der Knabenziffer zur Folge haben, wie wir es in Frankreich, aber auch in andern Ländern abendländischer Zivilisation beobachten können.“

Verf. geht dann noch auf Einzelheiten ein und zeigt, daß auch das Ansteigen der Knabenziffer nach einem Kriege, die geringen Knaben-

ziffern der Ostasiaten, die oft behauptete Knabenarmut in Adelsgeschlechtern, besonders bei Majoratsinhabern, und die geringen Knabenziffern der höheren Stände und der städtischen Bevölkerung verständlich werden, wenn man sie unter den angegebenen Gesichtspunkten betrachtet. Verf. kommt daher zu dem Schluß, daß „die verschiedenen Schwankungen und Unterschiede der Knabenziffer ohne Schwierigkeiten einer einheitlichen Erklärung fähig sind“ und daß diese Erklärung in einer Auffassung der Sexualproportion als einer durch Selektion entstandenen Anpassung im Daseinskampfe gegeben ist.
Siemens.

Semon, Richard. Die Fußsohle des Menschen. Eine Studie über die unmittelbare und die erbliche Wirkung der Funktion. Archiv für mikroskopische Anatomie, 82. Band, S. 164—211, 1913.

Verf. hat die Entwicklung der Sohlenhaut des Fußes im Vergleich zur Entwicklung der Haut des Fußrückens untersucht. Es zeigt sich dabei, daß die Entwicklung der Haut der Fußsohle derjenigen der Fußrückenhaut im Fetalleben bedeutend vorseilt, und daß sich ein ganz entsprechender Unterschied in der Schnelligkeit der Entwicklung auch im Säuglingsalter, also vor der typischen funktionellen Inanspruchnahme, vollzieht. Dabei entspricht nach Verf. die topographische Anordnung der Hautverdickung an Ferse, Fußgewölbe, Zehenballen, Zehenbeere usw. genau den Druckunterschieden, wie sie im späteren Leben auf die betreffenden Stellen ausgeübt werden. Durch Untersuchung eines exzessiven Klumpfußes, dessen Trägerin zum Auftreten während ihres Lebens lediglich einen Teil des Fußrückens benutzt hatte, konnte Verf. nachweisen, daß sich bei Hautstellen, die wie der Fußrücken normalerweise keinem Druck ausgesetzt sind, bei fortgesetzter Inanspruchnahme eine Annäherung der Hautstruktur an die Strukturverhältnisse der Fußsohle vollzieht (funktionelle Schwielenbildung).

Verf. kommt zu dem Schluß, daß er hier einen Fall aufgefunden hat, „in welchem man mit dem höchsten Grade von Wahrscheinlichkeit auf die Vererbung eines lediglich durch die Funktion herausgebildeten Komplexes von Charakteren schließen kann“. Der Fall sei deshalb beweisend, weil die feinen, rein graduellen Unterschiede der Funktionswirkung sich so getreulich in den topographischen Unterschieden der erblichen Verschwielenanlagen beim Fetus und Säugling widerspiegeln. Selektionistisch könne man die Entstehung dieses Falles nicht erklären, da die Verschwielenanlagen, zumal in ihren mit der späteren Inanspruchnahme korrespondierenden Abstufungen für die Auslese bedeutungslos seien. Zudem würde die Verschwielen in ihren feineren Abstufungen ja auch ohne besondere Anlage allein durch die individuelle Funktionswirkung zustande kommen.

Die Lamarckistische Erklärung liegt, wie so oft, auch im vorliegenden Falle verführerisch nahe. Da sie aber eine aktive, nicht in der Erbmasse begründete Anpassung und somit eine transzendente Zweckmäßigkeit der lebenden Natur voraussetzt, kann sie keine naturwissenschaftliche Erklärung der Phylogenese geben. Verf. glaubt nun durch die Darlegung, daß im vorliegenden Fall eine naturwissenschaftliche Erklärung offenbar sehr schwer zu finden ist, bewiesen zu haben, daß sie überhaupt nicht möglich sei. In einer so weit vorausgreifenden Schlußfolgerung wird man aber dem Verf. umsoweniger zustimmen können, als sein Hauptargument, der fehlende Selektionswert der präfunktionellen Verschwielen, nicht unbedingt überzeugend ist. Wenn man den Selektionswert eines Merkmals nicht kennt, darf

man nicht ohne weiteres den Schluß ziehen, daß keiner vorhanden sei, zumal auch nie die Möglichkeit auszuschließen geht, daß das Merkmal mit andern Merkmalen, die Selektionswert besitzen, in fester Korrelation steht.

Die Aufgabe der Naturwissenschaft ist also auch im vorliegenden Falle, sich nicht mit der bequemen Lamarckistischen Erklärung zu begnügen, sondern nach einer naturwissenschaftlichen Erklärung zu suchen. Daß das nicht leicht sein wird, hat Verf. mit dankenswerter Deutlichkeit dargelegt.

Siemens.

Tanaka, Yoshimaro. *Genetic Studies on the Silk worm.* Journal of the College of Agriculture, Sapporo 1916, vol. VII, pt. 3, p. 129—255, Pl. I—VI.

Tanaka, der in einer Reihe von Abhandlungen (auch in dieser Zeitschr.) die Vererbung bei dem Seidenspinner behandelt hat, gibt hier eine zusammenfassende Übersicht seiner Experimente während der Zeit 1910—1915. Da die Arbeit selbst gewissermaßen den Charakter eines Referates trägt, ist es nicht möglich in einer kurzen Besprechung auf die schon weit durchgeführte Erbanalyse einzugehen. Ref. wird sich deshalb begnügen einige besonders interessante Resultate hervorzuheben.

Es werden 12 Faktoren behandelt, von denen 9 die Färbung, Zeichnung oder Hautstruktur der Raupe beeinflussen, 1 Faktor die Anzahl der Raupenhäutungen bestimmt und 2 die Kokonfarbe determinieren. Sowohl Koppelung als Abstoßung wurde zwischen einigen Faktoren festgestellt. Nur in einem einzigen Fall war die Koppelung in beiden Geschlechtern komplett. Sonst zeigen die Koppelungen bzw. Abstoßungen bei *Bombyx* die Eigentümlichkeit, daß sie im weiblichen Geschlecht komplett, im männlichen dagegen partiell und meistens sogar von geringer Intensität sind, so daß sie in der Formel 3:1:1:3 resp. 1:3:3:1 ausgedrückt werden können. Es ist auffallend, daß die Verhältnisse bei *Drosophila* umgekehrt liegen, indem hier die vollständige Koppelung dem männlichen, die unvollständige dagegen dem weiblichen Geschlecht eigen ist. Auch eine andere Verschiedenheit zwischen *Drosophila* und *Bombyx* verdient Erwähnung. Während bei *Drosophila* die Gene auf vier Gruppen verteilt werden können, in denen alle Gene miteinander gekoppelt sind, besitzen die Faktoren bei *Bombyx* eine weit größere Selbständigkeit und werden mit den eben erwähnten Ausnahmen unabhängig voneinander vererbt. Im Zusammenhang mit den Chromosomenverhältnissen der Versuchstiere beansprucht dieses Verhältnis besonderes Interesse. Bekanntlich ist die haploide Chromosomenzahl von *Drosophila* 4, wodurch die vier Gruppen von Genen eine Erklärung finden. Bei *Bombyx* dagegen ist die entsprechende Zahl 28, weshalb die größere Selbständigkeit der Erbfaktoren nicht überraschend ist. Ref. möchte die Vermutung aussprechen, daß die umgekehrten Verhältnisse in bezug auf Koppelung und Abstoßung in den Geschlechtern der beiden Gattungen vielleicht auf die verschiedenartigen Geschlechtschromosomen bei den Dipteren und Lepidopteren zurückzuführen wären. Während nämlich *Drosophila*, wie bekannt, im männlichen Geschlecht heterogametisch ist, sind es die Lepidopteren im weiblichen.

Fälle von multiplem Allelomorphismus werden diskutiert und die schon öfter beobachtete wechselnde Dominanz und Epistase gewisser Faktoren bei *Bombyx* hat Verf. mehrmals feststellen können, ebenso multiple Faktoren, vermutlich auch homomere.

Harry Federley.

Onslow, H. A contribution to our knowledge of the chemistry of coatcolour in animals and of dominant and recessive whiteness. Proc. Roy. Soc. Ser. B, Vol. 89, 1915, p. 36—58.

Im Zusammenhang mit den genetischen Studien über die Hautfarben der Tiere sind in den letzten Jahren die Pigmente, welche die Farben verursachen, auch untersucht worden. Nach der gegenwärtigen Auffassung entstehen die Farben infolge der Wirkung eines Enzymes, einer Oxydase auf ein ungefärbtes Chromogen. Dabei wird nach der Theorie von Bach und Chodat das Chromogen von dem bei der Zersetzung der Oxydase frei kommenden aktiven Sauerstoff oxydiert. Die Oxydase, die Tyrosinase, welche Tyrosin oxydiert unter Bildung eines schwarzen Produktes, kommt nach den Untersuchungen von Bertrand, Biedermann und anderen Forschern bei vielen Pflanzen und Tieren vor. Verf. hat die Wirkung und das Vorkommen der Tyrosinase in der Haut von Tieren, besonders von Kaninchen, ausführlich untersucht. Die Haut von mehr als 200 2—4 Tage alten Kaninchen wurde nach der vom Verf. beschriebenen Methode untersucht. Diese weicht von der früher von Miss Durham angewandten, nach Verf. nicht zuverlässigen Methode ab. Außer der Haut verschieden gefärbter Tiere wurden auch einzelne Hautteile von gefleckten Tieren untersucht und ebenfalls die Haut von ungefärbten Tieren, sowohl der rezessiven als die der dominanten weißen. Verf. fand Tyrosinase in der Haut von schwarzen, blauen, braunen und wildfarbigen Kaninchen: aber nicht in der von gelben und gelbwildfarbigen. Nach Verf. wird dominant weiß bei den englischen Kaninchen verursacht durch das Vorhandensein einer hemmenden Substanz, der Antityrosinase, welche die Wirkung der Tyrosinase verhindert und auch das dominant weiß der Bauchseite gelber und wildfarbiger Kaninchen muß der Anwesenheit dieser tyrosinasehemmenden Substanz zugeschrieben werden. Rezessiv weiß bei Kaninchen und Mäusen entsteht durch das Fehlen der Tyrosinase. Ob das Chromogen vorhanden ist oder nicht, ist noch nicht festgestellt worden. Die Unterschiede in der Hautfarbe werden wahrscheinlich nicht durch qualitative, sondern durch quantitative Unterschiede im vorhandenen Pigment bedingt, denn die aus der Haut von schwarzen, gelben und braunen Kaninchen isolierten Pigmente zeigen nur geringe Unterschiede, sowohl in der Stärke der Farbe als in ihrem chemischen Verhalten. In den Markzellen der Haare einiger weißen Tiere kommen farblose Körnchen vor, welche vielleicht nicht oxydiertes Chromogen sind. Blaue und andere abgeschwächte Hautfarben werden nicht durch das Fehlen von Pigment in dem Marke, sondern durch das Fehlen desselben in der Rinde verursacht. Das Licht, das bei dunkel gefärbten Haaren durch die in der Rinde vorkommenden Pigmentkörnchen absorbiert wird, wird beim Fehlen derselben von den Vakuolen reflektiert.

Tine Tammes, Groningen.

Metz, Charles W. Chromosome Studies on the Diptera.

II. The Paired Association of Chromosomes in the Diptera, and its Significance. — Journ. Experim. Zool., Vol. 21, 1916, p. 213—280, 8 Pl.

III. Additional Types of Chromosome Groups in the Drosophilidae — Amer. Naturalist, Vol. 50, p. 587—599, 1 Pl.

Die Chromosomen der Dipteren sind bei den meisten Arten von verschiedener Form und Größe und können in den somatischen Zellen sehr leicht zu Paaren geordnet werden. Auch bei anderen Insekten, besonders Orthopteren und Hemipteren, ist dies bekanntlich der Fall, aber bei diesen

liegen die Paarlinge im Kern gestreut, während sie dagegen bei den Dipteren immer in der nächsten Nähe voneinander zu finden sind. Die Annäherung kann sogar eine so große sein, daß die Chromosomen den Eindruck eines einzigen längsgespaltenen Chromosoms machen. Von zwei früheren Autoren sind die Bilder auch tatsächlich so gedeutet worden, und hierdurch wurden die Autoren zu der Behauptung veranlaßt, die Dipteren besäßen in allen ihren Zellen sowie in den Gameten nach den Reifungsteilungen nur eine haploide Chromosomengarnitur.

Diese Vermutung regte Metz dazu an, die Chromosomenverhältnisse von 80 Dipteren-Arten eingehend zu untersuchen, wobei er die Aufmerksamkeit nicht nur auf die Geschlechtszellen, sondern in erster Linie auf somatische Zellen aus verschiedenen Geweben und in verschiedenen ontogenetischen Stadien richtete. Er konnte hierbei das Aneinanderliegen der homologen mütterlichen und väterlichen Chromosomen als eine ganz regelmäßige Erscheinung feststellen. Die Verbindung war sogar während der Pro- und Anaphase eine so enge, daß ein Chromosomenpaar in stark gefärbten Präparaten tatsächlich ein einziges Chromosom vortäuschte. Der Spalt zwischen den Paarlingen konnte nämlich ganz verschwunden sein. Durch ein genaues Studium der Metaphasen, in denen die gegenseitige Anziehung der Chromosomen niemals eine so starke ist, und durch ein sorgfältiges Verfolgen der Phasen der Chromosomenteilungen konnte Verfasser sich dennoch davon überzeugen, daß es sich um zwei univalente Chromosomen handelte, die beide gespalten und auf die Tochterzellen verteilt wurden. Also enthalten die somatischen Zellen bei den Dipteren wie bei allen übrigen Tieren, die aus einer normalen Befruchtung hervorgehen, die diploide Chromosomenzahl. Erst während der Synapsis wird diese in den Geschlechtszellen durch eine parallele Konjugation zu der haploiden reduziert.

Die paarige Anordnung der Chromosomen in den somatischen Zellen sieht Verf. nicht als eine zufällige an, sondern betrachtet sie im Gegenteil als eine ausgesprochene selektive und schließt hieraus auf einen in chemisch-physiologischer Hinsicht bedeutenden Unterschied zwischen den morphologisch verschiedenen Chromosomen. Für diese Ansicht spricht auch die vom Verf. beobachtete Tatsache, daß in tetraploiden Zellen vier gleichgroße Chromosomen eine Gruppe bilden. Daß nicht nur die Chromosomengröße für die Konjugation bestimmend ist, geht schon daraus hervor, daß die konjugierenden X- und Y-Chromosomen von sehr verschiedenem Umfang sein können.

Von Gonomerie konnte Metz nicht die geringste Spur entdecken. Schon in der ersten Furchungsteilung haben sich die väterlichen und mütterlichen Chromosomen zu Paaren vereint.

Zwischen der Paarung der Chromosomen in den diploiden Zellen und der Parasyndese in der Synapsis erblickt Verf. gewissermaßen analoge Erscheinungen.

In der zweiten Abhandlung, die als eine vorläufige Mitteilung gelten will, bespricht Verf. im Anschluß an eine frühere Untersuchung die verschiedenen Typen der Chromosomengarnitur der Drosophiliden und stellt 12 Haupttypen auf. Da die *Drosophila*-Arten augenblicklich die Lieblingsversuchstiere der amerikanischen Genetiker sind und in den allerletzten Jahren wohl am meisten zu den Fortschritten der Genetik beigetragen haben, dürfte die ausführliche Arbeit großes Interesse beanspruchen können. Kreuzungsversuche zwischen den Arten der verschiedenen Typen würden gewiß höchst wichtige Resultate ergeben und bei der ausgesprochenen Affinität

der homologen Chromosomen in den diploiden Zellen der reinen Arten ganz besonders geeignet sein, diese eigentümliche Erscheinung in klareres Licht zu stellen.

Harry Federley.

Punnett, Reginald Crundall. Mimicry in Butterflies. Cambridge University Press, 1915, 188 p., 16 Pl.

Die Mimikryhypothese hat sich bei den Deszendenztheoretikern der älteren Schule auffallenderweise allgemeinen Beifalles erfreuen können. Die wenigen Stimmen, die gegen diese phantasievolle Hypothese erhoben wurden, klangen vor tauben Ohren. Daß sie trotz ihrer gut begründeten Einwände nicht Gehör fanden, muß wohl dadurch erklärt werden, daß sie an der Stelle der angegriffenen Erklärung keine bessere bieten konnten. Nur ungern läßt der Mensch von seinen alten Idealen — und vorgefaßten Meinungen ab. Und wenn ihm nicht etwas Besseres geboten wird, so weist er auch die berechtigte Kritik seiner Anschauungen zurück. Anders kann man es wohl kaum erklären, daß auch in den neuesten zusammenfassenden Werken über den jetzigen Standpunkt der Entwicklungslehre die Mimikrytheorie in der Regel als eine tadellose und befriedigende Erklärung der in die Augen fallenden Ähnlichkeit zwischen Tieren verschiedener Gattungen, Ordnungen, ja sogar Klassen dargestellt wird.

Dagegen hat die moderne Schule der Genetiker der Mimikryhypothese gegenüber immer eine gewisse Skepsis gezeigt und sie sogar einer recht strengen Kritik unterworfen. Es ist ein großes Verdienst von Punnett, selbst ein Gegner der Mimikrylehre, uns eine Zusammenstellung der Haupteinwände gegen die Mimikryhypothese in der Lepidopteren-Gruppe geschenkt zu haben. Er stellt sich hierbei in erster Linie auf den Standpunkt der exakten experimentellen Vererbungsforschung.

Zunächst gibt Punnett eine objektive Darstellung der Mimikrylehre und zeigt, wie sie sich allmählich auf Grund von Beobachtungen von Bates und Müller an tropischen Schmetterlingen zu einer immer kühneren Hypothese entwickelte. Der Leser wird sodann mit den berühmtesten Beispielen von Mimikry aus der alten und neuen Welt bekannt gemacht. Die oft täuschende Ähnlichkeit zwischen Nachahmer und Vorbild wird durchaus nicht geleugnet, nur die Erklärung derselben durch die Wirkung der Selektion wird kritisiert. Ganz besonders macht Verf. darauf aufmerksam, welche Schwierigkeit die allerersten Schritte der künftigen mimetischen Form zu einer Annäherung an das Modell der üblichen Erklärung bieten. Diese ersten Veränderungen sind ja der Selektionstheorie gemäß unbedeutend, können aber demzufolge noch keinen Selektionswert besitzen und auch nicht zur Weiterentwicklung der Ähnlichkeit führen. Die von Darwin und Wallace gegebene Erklärung, nach welcher anzunehmen wäre, daß sowohl Modell als Nachahmer beim Anfang des mimetischen Prozesses beide dem ursprünglichen Typus der Nachahmerfamilie näher gestanden hätten und sich beide erst später und gleichzeitig, als schon die Ähnlichkeit vorhanden, von diesem Typus entfernt hätten, weist Verf. zurück. Sie läßt uns nämlich bei der Erklärung der großen Mimikryringe, zu dessen Vertreter sehr verschiedene Familien gehören, vollständig im Stich.

Daß die mimetische Ähnlichkeit durch Akkumulation kleiner Veränderungen unter stetiger Wirkung der Selektion zustande gekommen wäre, steht auch in schroffem Widerspruch mit den bei Vererbungsversuchen mit den polymorphen *Papilio*-Arten, *Polytes* und *Memnon*, gewonnenen Resultaten.

Die mimetischen Weibchen dieser Arten haben sich nämlich als Mutationen erwiesen, die nur in bezug auf einen Erbfaktor von der nicht mimetischen, dem Männchen ähnlichen Weibchen-Form unterschieden sind. Bei der Entstehung dieser mimetischen Formen hat also die Selektion keine Rolle gespielt, höchstens kann sie es bei ihrer Bewahrung getan haben. Intermediäre Formen zwischen den mimetischen und unveränderten Typen — wie man sie ja nach der üblichen darwinistischen Erklärungsweise erwarten müßte — kommen überhaupt nicht oder nur selten vor. Wo man solche intermediäre Formen kennt, handelt es sich vermutlich um Heterozygoten, die also keine primären Übergangsstufen darstellen, sondern sekundäre Formen zwischen der zuerst entstandenen Mutation und der Ausgangsform sind.

Verf. zeigt weiter, daß wenn die mimetische Form tatsächlich im Kampf ums Dasein vor der ursprünglichen Form begünstigt wäre, so müßte sie, auch wenn ihr Selektionswert nur unbedeutend größer wäre, binnen verhältnismäßig kurzer Zeit die nicht mimetische verdrängen. Bei mangelnden Formen können diese Verhältnisse durch exakte Zahlen ausgedrückt werden. Es gibt aber keine Beobachtungen, die eine Zunahme der mimetischen Formen auf Kosten der Urart beweisen würden, im Gegenteil deuten die spärlichen Angaben aus den letzten Dekaden darauf hin, daß sich die Proportionen der verschiedenen Formen von *P. Polytes* unverändert beibehalten haben.

Ein besonderes Kapitel wird den Feinden der Schmetterlinge gewidmet, und Verf. hebt hervor, daß die Erfahrungen in dieser Frage noch sehr verschieden und einander widersprechend sind. Alle Experimente mit Tieren in der Gefangenschaft sind wenig zuverlässig. Überhaupt sind keine unzweideutigen Beweise für die Ansicht vorhanden, daß die Feinde der Schmetterlinge bei der Jagd auf diese wählerisch wären. Dies gilt höchstens für die Affen, aber sie spielen bei der Ausmerzungen der nicht mimetischen Formen fast gar keine Rolle, weil sie nur sitzende Falter fangen, die eigentliche Mimikry aber nur auf der beim Sitzen unsichtbaren Oberseite der Flügel zum Ausdruck kommt. Bei den Hauptfeinden der Falter, den Vögeln, scheint übrigens der Farbensinn ein ganz anderer als beim Menschen zu sein, wie Fütterungsversuche mit Körnern, die durch ein Spektrum beleuchtet werden, beweisen.

Punnett betont weiter, daß die Mimikryhypothese an die Vögel sehr große Anforderungen stellt. Einerseits verlangt sie von den Vögeln, daß sie die geringsten Unterschiede bemerken und dadurch zu der Vollendung der mimetischen Ähnlichkeit beitragen sollen. Andererseits fordert die Hypothese aber auch — besonders wenn es sich um Mimikryringe handelt —, daß die Vögel sich betrügen lassen und die Unterschiede nicht auffassen sollen. Man müßte also die Vögel auf zwei Gruppen verteilen, die bei dem Fang von Schmetterlingen nach ganz verschiedenen Prinzipien arbeiten.

Zum Schluß zieht Punnett eine Parallele zwischen der Haarfarbe der Nager und der Zeichnung der Schmetterlinge und hebt hervor, daß gewisse Kombinationen von Farbfaktoren für einige Nager gemeinsam sind, während wieder andere Arten andere Faktorenradikale besitzen. Verf. nimmt nun an, daß solche gemeinsame Faktorenkombinationen bei verschiedenen Lepidopteren-Arten vorhanden sind, und meint, daß in gewissen Fällen die Ähnlichkeit zwischen Vorbild und Nachahmer hierdurch erklärt wird. Wie solche ähnliche Kombinationen entstehen, bleibt aber fortwährend ein Rätsel. Konvergenz als eine Folge ähnlicher Milieueinflüsse ist kaum denkbar, da ja alle die polymorphen Formen in derselben Gegend gleichzeitig vorkommen können.

Das in jeder Beziehung vornehm ausgestattete Buch kann aufs allerbeste auch jedem biologisch interessierten Laien empfohlen werden, da Verf. sich bemüht hat, es auch für weitere gebildete Kreise verständlich zu machen.

Harry Federley.

MacBride, E. W. and Jackson, Miss A. The inheritance of colour in the Stick-insect. Proc. Roy. Soc. Vol. 89, 1915, p. 109—118. Mit 2 Taf.

Von *Carausius (Dixippus) morosus*, der Stabheuschrecke, einer in Südindien einheimischen Art, sind mehrere verschieden gefärbte Varietäten bekannt. Durch Züchtungsversuche haben die Verf. die Erblichkeitsverhältnisse dieser Formen studiert. Die ersten Eier stammten aus Indien und darauf wurden mehrere Generationen gezüchtet. Es ergab sich dabei, daß das Insekt nach sieben Häutungen geschlechtsreif ist und daß die Anzahl der gebildeten Männchen viel geringer ist als die der Weibchen. Die Männchen wurden entfernt und nur die parthenogenetisch sich fortpflanzenden Weibchen studiert. Die erwachsenen Weibchen sind verschieden gefärbt von grün bis gelb bis dunkelbraun und können nach der Farbe in zehn Gruppen getrennt werden. Alle eben aus dem Ei kommenden Insekten sind gleich gefärbt und zeigen eine bestimmte Farbenzeichnung von grün, grüngelb und braun. Im Laufe der Entwicklung treten die Unterschiede zwischen den Tieren auf: die verschiedenen Farben der erwachsenen Tiere werden in verschiedenen Stadien der Entwicklung sichtbar. Die Veränderung in grün z. B. fängt nach der ersten Häutung an und ist nach der dritten vollkommen fertig. Die Zeichnung ist dann verschwunden und das Insekt gleichmäßig grün gefärbt. Die grüne Farbe entsteht auch im vollständigen Dunkel. In den Zuchten war die Anzahl der grünen Individuen eine viel größere als die mit braunem Farbenton. Durch Isolierung der einzelnen Weibchen ergab sich, daß die Farbe der Nachkommen unabhängig von der Farbe der Mutter ist: das Zahlenverhältnis der grünen und braunen war stets dasselbe.

Tine Tammes, Groningen.

Federley, Harry. Die Vererbung des Raupendimorphismus von *Chacrocampa elpenor* L. In: Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societätens Förhandlingar, Bd. 58, 1915/16, Afd. A. No. 17, 13 S.

Federley hat Weinschwärmerraupen sowohl von der schwarzbraunen als auch von der grünen Form aufgezogen und die erhaltenen Falter nach den vier verschiedenen Möglichkeiten gekreuzt. Aus allen Kreuzungen, d. h. ♀ grün × ♂ grün, ♀ grün × ♂ schwarz, ♀ schwarz × ♂ grün, ♂ schwarz × ♀ schwarz erhielt er Raupen, die in der Jugend zunächst grün waren, die aber dann teils nach der dritten und teils nach der vierten (der letzten) Häutung sämtlich die schwarzbraune Farbe annahmen. Er kommt daher zu dem Schlusse, daß „die grüne und die schwarze Raupenform in bezug auf die Grundfarbe nicht genotypisch verschieden, sondern im Gegenteil isogen sind“, daß somit „die beiden Raupenformen verschiedene Somationen oder Modifikationen desselben Biotypus darstellen“.

So sehr ich im ganzen den Ansichten und Schlußfolgerungen Federleys zustimmen kann, so möchte ich doch auf einige Punkte hinweisen, in denen ich abweichender Meinung bin. In bezug auf einzelne theoretische Fragen habe ich das schon in meiner im Druck befindlichen zweiten Mitteilung über alternative Modifikationen bei Schmetterlingen¹⁾ getan. Über Einzelheiten

¹⁾ Erscheint im nächsten Heft. Die Red.

habe ich noch folgendes zu bemerken: Federley sagt z. B.: „Zwischen den beiden Raupentypen bei *Ch. ctenor* scheinen niemals Zwischenformen vorzukommen.“ Das trifft nicht zu; sie sind zwar nicht häufig, aber kommen doch vor. So habe ich grüne Raupen mit brauner Rieselung gefunden und andererseits auch grünlich-hellbraune im Unterschied zu den gewöhnlichen schwarzbraunen. Nicht befreunden kann ich mich auch mit der Ansicht, daß die grüne Farbe „von der durchschimmernden Hämolymphe“ abhängt, die ihrerseits „ihre Farbe dem Chlorophyll der Nahrung“ verdanke. Die Hämolymphe, die man leicht an verletzten Raupen beobachten kann, ist keineswegs lebhaft grün wie die Haut der Raupen. Auch gibt es viele durchscheinende Raupen, die durchaus nicht grün sind. Die grüne Schwalbenschwanzpuppe ist kurz nach Abstreifung der Raupenhaut zuerst durchscheinend blaßbräunlich, und erst allmählich wird die Chitinhaut undurchsichtig und lebhaft grün. Es handelt sich bei der grünen Farbe der Raupen und Puppen ebenso wie bei der gewisser blattnachahmender Falter (*Hylophila bicolorana*, *Earias chlorana* usw.) also offenbar doch um spezifische grüne Farbstoffe, die allerdings den braunen und schwarzen Pigmenten nicht an die Seite zu stellen, sondern in der Regel leichter zerstörbar sind.

Federley geht anhangsweise auch auf den Polymorphismus der Raupe von *Pheosia tremula* Cl. ein. Bei dieser ist nicht nur die braune Form jungen Espenzweigen zum Verwechseln ähnlich, wie Federley angibt, sondern auch die grüne Form mit dem hellgelben Seitenstreifen ist gar nicht auffällig; sie sitzt nämlich lang ausgestreckt an grünen Blattstielen mit ihrem longitudinalen Glanzlicht. Noch schöner ist die analoge Anpassung bei der verwandten an Birke lebenden *Pheosia gnoma* F. ausgesprochen, deren Raupe das eigenartige Violettbraun der dünnen Birkenzweige täuschend nachahmt. Der schwefelgelbe Seitenstreif, welcher auf den ersten Blick als eine Störung der Schutzfärbung erscheinen könnte, stellt in Wirklichkeit eine komplementäre Unterbrechung der Fläche dar, ohne welche die Raupe als eine Verdickung des Zweiges, an dem sie lang ausgestreckt sitzt, auffallen würde. Wenn man Raupen, die in der Gefangenschaft sehr auffallend aussehen, in ihrer natürlichen Umwelt aufsucht, so überzeugt man sich häufig, daß sie dort durchaus in die Umgebung passen. Von der *tremula*-Raupe gibt es übrigens noch eine glänzend graue Form, deren einzelne Ringe stärker verdickt sind als bei den andern Formen und welche den etwas älteren knotigen Espenzweigen gleicht. Ich fand übrigens sowohl in Pommern als auch in Schleswig-Holstein die braune Form der Raupe schätzungsweise etwa ebenso häufig wie die grüne, was zu Federleys Beobachtungen in Finnland, aber nicht zu der von ihm zitierten Angabe aus Deutschland stimmt. In Süddeutschland traf ich *Pheosia tremula* bisher weder am Oberrhein noch bei München an.

F. Lenz.

Blakeslee, A. F. und Warner, D. E. Correlation between egg-laying activity and yellow pigment in domestic fowl. Amer. Naturalist, 49, 1915, S. 360—368.

Verfasser wollen an Hand von Tabellen einen Zusammenhang zwischen der gelben Pigmentierung von Ohrlapfen, Beinen und Schnäbeln bestimmter Hühnerrassen und ihrer Legefähigkeit nachweisen.

Zur Bestimmung der Ohrlapfenfarbe wurde ein Milton Bradley-Farbkreisel mit gelben und weißen Sektoren benutzt. Schnabel- und Beinfarbe wurden nur dem Augenschein nach beurteilt und in drei Gruppen verteilt. — Bei weißen *Leghorns* soll die Legefähigkeit mit der Zunahme des gelben

Pigments in den Ohrlapfen abnehmen. Ebenso soll es sich mit der Farbe der Schnäbel und Beine verhalten. Die Schnäbel dienen als Kriterium für die Auswahl gutlegender Hühner, während die Beine besser die schlechten Leger erkennen lassen sollen. E. Stein.

Johannsen, W. Tilsyneladende arvelig Selektionsvirkning. (Scheinbare erbliche Selektionswirkung.) Overs. over d. kgl. danske Videnskabernes Selskabs Forhandlinger 1915.

Gewisse reine Linien der zweizeiligen Lerchenborg-Gerste sind durch ein genotypisch bedingtes Schartigkeitsprozent von ca. 32 charakterisiert. Durch mehrere Jahre wurden mit einem solchen Selektionsversuche in beiden Richtungen ausgeführt mit dem gewöhnlichen Resultat: keine Verschiebung des Genotypus. Im Jahre 1908 wurde die individuelle Buchführung der Pflanzen leider aufgegeben, die Selektion wurde aber weitergeführt, indem von der : Serie die „besten“ und von der + Serie die „schlechtesten“ Pflanzen ausgewählt wurden. Es wurden nun die folgenden Schartigkeitsprozente gefunden:

	1909	1910	1911	1912
: Serie	36,48 + 0,56	keine	31,24 + 0,23	36,59 + 0,27
+ Serie	37,37 ± 0,57	Ernte.	33,84 ± 0,34	41,84 + 0,36.

Eine sehr deutliche Selektionswirkung wurde also sichtbar. Während nun die : Serie eine ganz normale Variationskurve bildete, zeigte die + Serie dagegen eine deutlich zweigipfelige Variationsverteilung, deren erster Gipfel mit der der : Serie zusammenfällt. Es ist nun bekannt, daß es verschiedene Ursachen gibt, die die Fruchtknoten zum Welken bringen; das gibt sich darin kund, daß sie in verschiedenen Stadien verkümmern. Eine Messung der „Hemmlinge“ zeigte nun eine durchschnittliche Länge in der + Serie von 2,301 + 0,012 mm. in der : Serie von 2,192 + 0,014; am interessantesten war es aber, daß es in der + Serie deutlicherweise zwei Sorten Pflanzen gab, eine mit Hemmlingen wie die der : Serie und eine andere mit durchschnittlich etwas größeren. Es wurden die folgenden durchschnittlichen Längenmaße gefunden:

Die Pflanzen der + Serie mit | weniger als 40 : 2,103 + 0,017 mm,
einem Schartigkeitsprozent von | über 55 : 2,388 ± 0,015 mm.

Die Pflanzen der : Serie mit | weniger als 40 : 2,188 ± 0,021 mm,
einem Schartigkeitsprozent von | über 55 : 2,196 ± 0,019 mm.

Es ging also deutlich hervor, daß in der + Serie „etwas“ geschehen war, wodurch die Einheitlichkeit verloren gegangen war, und die Selektion eine sortierende Wirkung hatte. Im Jahre 1913 wurden neue reine Linien aus den alten isoliert. Aus beiden Serien wurden Individuen mit hohem Schartigkeitsprozent (+) wie auch typische (0) — für die + Serie des ersten Gipfels der Kurve angehörende — ausgewählt. Das Resultat waren die folgenden Schartigkeitsprozente der Nachkommenschaft:

: | : 31,17 ± 0,45 eingipfelig, + | 0 30,79 ± 0,28 eingipfelig,
: | 0 31,10 ± 0,35 „ + | + 38,96 ± 0,36 zweigipfelig.

Man sieht, daß die + Serie aus 1912 auch viele Individuen wie die der : Serie enthalten hatte, sie werden ja durch ihre Nachkommenschaft entdeckt.

Die Wahrscheinlichkeit, daß ++ Individuen wieder zwei Sorten Nachkommenschaft durch eine Spaltung produzieren, wurde in 1914 bestätigt, indem die in 1913 von der + Serie abgespalteten + Individuen wieder ein

Malinowski, E. 1916. Über die durch Kreuzung hervorgerufene Vielförmigkeit beim Weizen. Extrait C. R. Soc. Sciences Varsovie IX, p. 733—756, 5 Taf., 5 Textfig., polnisch und deutsch.

In einer früheren Arbeit (Bull. Ac. Sc. Cravovie B 1914, p. 410—450) hat der Verf. zwei Typen von Langährigkeit bei Weizen festgestellt, die sich genetisch verschieden verhalten. Der eine (*dicoccum* langährig) ist dominant, den andere (*vulgare* langährig) ist rezessiv gegen *dicoccum* kurzährig. Nimmt man für den ersten Typ den Faktor A, für den zweiten den Faktor B an, so muß aus der Kreuzung beider ein kurzähriger neuer Typ aabb — bei Vorhandensein mehrerer Faktoren für Langährigkeit mehrere konstante kurzährige Typen hervorgehen. Das Experiment hat die Erwartung erfüllt. Die neuen Typen müssen natürlich abweichend von dem obigen „*dicoccum* kurzährig“ auch gegen *vulgare* langährig rezessiv sein, was weiter verfolgt wird.

Die Arbeit bringt die Analyse der in F_2 auftretenden Formen. Neben den beiden Eltern-Ärentypen und einer Anzahl von Zwischenformen, bei denen die Einzelmerkmale deutlich unabhängig neukombiniert sind, was für Ährendichte und -länge ausgeführt wird, treten zwei interessante Kreuzungsnova auf. Einmal die erwarteten *compactum*-Formen, mit bald mehr *vulgare*-, bald mehr *dicoccum*-ähnlicher Ausbildung der Ährchen, ferner typische Squarehead-Formen, dann aber, was ganz unerwartet war, völlig spelzähnliche Typen, sowohl der Form und Dichte der Ähren als der Ausbildung der Ährchen nach.

Auf Grund dieser Resultate bezweifelt der Verf., daß Squarehead, wie Schulz (auf von Rümkers Experimenten fußend) angibt, aus einer Kreuzung von *compactum* \times *vulgare* stamme, sondern sucht vielmehr seinen Ursprung in der Kreuzung zweier langähriger Formen, etwa *vulgare* \times *dicoccum*, oder auch *turgidum* \times *dicoccum*. Der Name *T. capitatum* für den Squarehead hat danach auch keine Berechtigung, sofern man ihn gleichwertig mit *T. vulgare* neben *T. dicoccum* stellen will. Die Einteilung der Weizen erfolgt nach der Form der Spelzen, durch sie unterscheiden sich *T. dicoccum*, *Spelta* und *vulgare*. Es ist aber unberechtigt, wenn man die Gruppe *vulgare* nun nach der Ährendichte unterteilt (in *vulgare* i. e. S., *compactum* und *capitatum*), diese Untergruppen gleichberechtigt neben *T. dicoccum* zu setzen, zumal es auch dort dichte und lockere Formen gibt; nur *T. vulgare* i. w. S., die drei Untergruppen zusammenfassend, ist als Bezeichnung gleichwertig mit *T. dicoccum*.

Im deutschen Text sind bedauerlicherweise die Begriffe dicht- und lockerährig, bzw. lang- und kurzährig, die der Verfasser selbst an anderer Stelle prinzipiell, z. B. auch in seinen Tabellen, trennt, fortwährend durcheinander gebraucht. Eine strenge Trennung, mit Einsetzung von Faktoren, wäre erwünscht, wozu die F_3 Gelegenheit bieten würde.

E. Schiemann.

Pellaw, Caroline and Durham, Florence M. The genetic behaviour of the hybrid *Primula Kewensis*, and its allies. Journ. of Genetics 5, 1916.

Eine Reihe Kreuzungsergebnisse den Artbastard *P. K.* (aus *P. floribunda* \times *P. verticillata*) anbelangend werden mitgeteilt, um besonders die Chromosomenzahl (*P. K.* kommt sowohl in einer diploiden wie in einer tetraploiden Form vor) und die vermutete Nichtspaltung des tetraploiden Bastardes zu untersuchen. Viele Schwierigkeiten und besonders ein zu kleines Material beschränken den Wert der Abhandlung. Die Experimente werden aber fortgesetzt und geben dann hoffentlich weitere und einwandfreie Auskünfte.
Tage Ellinger.

Dahlgren, K. V. O. Eine *acaulis*-Varietät von *Primula officinalis* und ihre Erbliehkeitsverhältnisse. Svensk Botanisk Tidskrift X, 1916, S. 536—541.

Der Verf. hat eine Kreuzung ausgeführt zwischen einem brevistylem Individuum von *Primula officinalis* mit sitzender Dolde (*acaulis*-Varietät), das bei Vistakulle in Småland gefunden worden war, und einem normalen longistylem Individuum, wobei dieses als Mutterpflanze benutzt wurde. Die F_1 -Pflanzen hatten alle den normalen Doldentypus, zeigten aber in Bezug auf die Heterostylie Spaltung nach 1:1 (55 brevistyle, 52 longistyle Pflanzen). Von einer longistylem F_1 -Pflanze wurden bei Selbstbestäubung keine Samen, von einer brevistylem dagegen eine F_2 -Generation erhalten, die aus 101 normalen brevistylem, 14 normalen longistylem und 35 *acaulis* brevistylem Pflanzen bestand. Das Verhältnis normal: *acaulis* war also etwa 3:1, das Verhältnis brevistyl: longistyl dagegen etwa 9,7:1. Außerdem waren keine *acaulis*-Pflanzen longistyl. Es kann also keine gewöhnliche dihybride Spaltung vorliegen. Um die Zahlenverhältnisse zu erklären, bespricht der Verf. verschiedene Reduplikations-Möglichkeiten. Er hält es sehr wahrscheinlich, daß eine Elimination von Gameten des Typus nb (N = normal, n = *acaulis*, B = brevistyl, b = longistyl) stattfindet. Die theoretischen Zahlen (116,66:16,66:16,66:0) stimmen aber nicht besonders gut mit den gefundenen überein. Bessere Übereinstimmung wird durch die Annahme, daß nur das eine Geschlecht keine nb-Gameten bildet, erhalten (100:25:25:0). Gar nicht wahrscheinlich hält der Verf. die Annahme, daß die Gameten im Verhältnis 1NB:1Nb:2nB entstehen, obgleich dadurch eine gute Übereinstimmung mit den gefundenen Zahlen erzielt werden würde (103,125:9,375:37,5:0). Die Entscheidung werden aber nur größere F_2 -Generationen und Untersuchung mehrerer F_2 -Familien geben können und der Verf. ist damit beschäftigt solche auszuführen.

Daß der Verf. die Mutterpflanze als brevistyl bezeichnet (S. 538), während es aus den Ausführungen weiter unten hervorgeht, daß sie longistyl war, und daß er den Repulsionstypus 1:x:x:1 einmal Koppelung, einmal Repulsion nennt (S. 540), wird wohl auf Schreibfehler beruhen.

H. Rasmuson, Hilleshög, Landskrona.

Küster, E. Über Anthocyanezeichnung und Zellenmutation. Ber. Bot. Ges. 1915, XXXIII, S. 536/37.

Küster, E. Die Verteilung des Anthocyans bei *Coleus*-Spielarten. Flora X, 1917, S. 1—33.

Der Arbeit liegen eingehende Untersuchungen über die Buntblättrigkeit der Spezies *Coleus hybridus* hort. zugrunde, deren verschiedene Formen an Hand von Photographien und Zeichnungen beschrieben werden. Die Verteilung des Anthocyans wird in Blättern und Achsen beobachtet, dabei das Auftreten in den verschiedenen Geweben berücksichtigt. Diagramme weisen die Beziehungen morphologisch zueinander gehöriger Partien nach.

Die zuerst zu besprechende sektorale Buntblättrigkeit wird auch kausal von der weit selteneren Form geschieden, bei der die Anthocyanflecken in kreisrunden Zeichnungen auftreten.

Sektorial bunte Blätter können durch Stückelung der roten Sektoren marmoriert bis rot gesprenkelt (pulverulent) erscheinen. Die Marmorierung kann außer in den beiden Epidermen der Blätter auch in deren Grundgewebescheiden auftreten. Verf. weist für die sektorialen Zeich-

nungen auf weitgehende Übereinstimmungen hin, die zwischen diesen und vielen Erscheinungen der Panaschierung weißbunter Pflanzen bestehen. Diese Übereinstimmung besteht nicht nur in dem gleichen Auftreten sektorialer, marmorierter und pulverulenter Zeichnungen, sondern auch im Verlauf der Farbgrenzen in Beziehung zu dem der Leitbündel. Hier wie dort ändert sich die Zeichnung mit dem Alter der Pflanze in gleicher Weise und auch bestimmte Gesetzmäßigkeiten im Auftreten der Sektoren bei morphologisch benachbarten Blättern, die hier gelegentlich vorkommen, wurden für panaschierte Pflanzen beschrieben. Es liegt nahe für die Entstehung der sektorialen Buntblättrigkeit bei den untersuchten *Coleus*-Spielarten die gleiche Erklärung anzunehmen, wie sie für die weißbunten Panaschierungen gegeben wurde, nämlich durch die Entstehung von Mutterzellen verschiedener Veranlagung durch inäquale Zellteilung. Verf. wendet für dieselbe den Ausdruck „Zellenmutation“ im Vergleich mit bekannten Experimentalveränderungen an Mikroorganismen und mit dem gleichen Rechte an. Die mutierte Mutterzelle erzeugt durch ihre weiteren Teilungen eine ihr gleiche Nachkommenschaft. — Die Buntblättrigkeit bei *Coleus* unterscheidet sich von der weißbunten Panaschierung dadurch, daß ihre Entstehung auf mehr als zweierlei Mutterzellen bestimmter Veranlagung zurückzuführen ist. Es können eben mannigfache „Zellenmutationen“ auftreten: Die Abkömmlinge inäqualer Teilungen können weitere inäquale Teilungen im fortschreitenden oder atavistischen Sinne eingehen. In manchen Fällen handelt es sich dabei um lediglich quantitative Unterschiede im Anthocyangehalt benachbarter Komplexe. Auch ein Beispiel für inäquale Zellteilung und Sektorenbildung, die nicht durch Zellsaftfärbung hervorgerufen ist, wird beschrieben.

Kreisrunde Anthocyanfelder bei *Coleus* sind von allen Sektorenbildungen wesentlich verschieden. Sie sind im Gegensatz zu letzteren unscharf begrenzt und bei ihrer Anordnung scheinen trophische Korrelationen mitzusprechen. Verf. nimmt für die Entstehung dieser zweiten Art der Zeichnungen keine Zellenmutation, sondern Keimwirkung im Sinne eines Kristallisationsprozesses an.

E. Stein.

Hallquist, Carl. Brassicakreuzungen. (Vorläufige Mitteilungen). Botaniska Notiser 1915, S. 97—112.

Verf. hat das dieser Arbeit zugrunde liegende Material von Kajanus im F_1 - resp. F_2 -Stadium übernommen. Die Untersuchungen erstrecken sich auf die Fleischfarbe der Rübe, die Blütenfarbe und die Anthozyanbildung von *Br. napus* und *Br. rapa*.

Verf. hat eine weißfleischige Sorte von *Br. napus* mit einer gelbfleischigen gekreuzt und erhält, bei völliger Dominanz von Weißfleischigkeit in F_1 , zwei verschiedene Spaltungsergebnisse in F_2 . Vier F_2 -Bestände spalten nach dem Zahlenverhältnis 15 : 1 (gefunden 1686 : 87); drei F_2 -Bestände nach dem Zahlenverhältnis 3 : 1 (gefunden 1046 : 284). Verf. folgert hieraus, daß Weißfleischigkeit bei *Br. napus* von zwei Faktoren (M_1 und M_2) bedingt ist, wovon jedoch schon einer, selbst heterozygotisch, zur Erzeugung weißer Farbe genügt. Von dieser Voraussetzung ausgehend, nimmt er für die P_1 -Kreuzung folgende Formel an:

$$\begin{array}{c} M_1 M_1 M_2 m_2 \times m_1 m_1 m_2 m_2 \\ \text{(weiß)} \quad \quad \quad \text{(gelb)} \end{array}$$

Es erübrigt sich, an dieser Stelle die weitere Ableitung für F_1 und F_2 zu geben.

Zu der entsprechenden Annahme führen die F_2 -Ergebnisse zweier weiteren Kreuzungsversuche:

gelbfleischige *Br. napus* \times weißfleischigem Art Bastard (*Br. napus* gelb \times *Br. rapa* weiß) und

weißfleischige *Br. napus* \times weißfleischigem Art Bastard (*Br. napus* gelb \times *Br. rapa* weiß).

Die gefundenen Verhältniszahlen entsprechen der theoretischen Erwartung. Die Anzahl der beobachteten Individuen ist jedoch zu klein, um über alle Punkte sicheren Aufschluß zu geben. Verf. will deshalb diese Versuche nochmals wiederholen.

Die F_2 - und F_3 -Analyse einer weiteren Kreuzung — *Br. rapa* (gelb) \times *Br. rapa* (weiß) — gibt entsprechende Spaltungsverhältnisse.

Auf Grund des vorliegenden Materials scheint somit die Fleischfarbe von *Br. napus* und *Br. rapa* von gleichartigen Faktoren abhängig zu sein und die Annahme, daß wir es hier mit einem Fall gleichsinniger Faktoren zu tun haben, ist wohl begründet.

Mit einer einzigen Ausnahme kann Verf. die Beobachtung Kajanus', wonach die weißen Rüben zitronengelbe, die gelben Rüben orange gelbe Blüten haben, bestätigen.

Die Untersuchungen über die Anthozyanbildung am Rübenhals und an der Basis der Blattstiele sind noch nicht abgeschlossen. Verf. vermag noch nicht zu entscheiden, inwieweit die verschieden starke Färbung auf Modifikation und inwieweit auf genetischer Beschaffenheit beruht.

Zum Schluß sei noch auf einen sinnentstellenden Druckfehler auf Seite 103 hingewiesen, wo es natürlich: Blanc hâif à feuille entière *Br. napus* weißes Fleisch, statt gelbes Fleisch heißen muß.

Richard Freudenberg.

Hallquist, Carl. Ein neuer Fall von Dimerie bei *Brassica Napus*. (Vorläufige Mitteilungen). Botaniska Notiser 1916, S. 39—42.

Verf. hat eine Sorte von *Br. napus* „Blanc hâif à feuille entière“ mit glattrandigem Blatt und gesäumtem Blattstiel mit einer geschlitztblättrigen Sorte „Bangholm“ mit gelapptem Blattstiel gekreuzt.

Die F_1 Blätter sind geschlitzt und haben gelappte Blattstiele; F_2 spaltet nach dem Verhältnis 15 : 1 in geschlitzt und ungeschlitzt. (Gef. 7803 : 493, theor. 7777,5 : 518,5).

Verf. will die Versuche fortsetzen, um festzustellen, ob die Lappung der Blattstiele und die Schlitzung der Blattspitze von verschiedenen Faktoren bedingt ist oder ob es sich hier um einen weiteren Fall gleichsinniger Faktoren handelt.

Richard Freudenberg

Roemer, Th. Über die Befruchtungsverhältnisse verschiedener Formen des Gartenkohles (*Brassica oleracea* L.). Ztschr. f. Pflanzenzüchtung, Bd. IV. S. 125—141.

Im Hinblick auf die Wichtigkeit einer genauen Kenntnis der Befruchtungsverhältnisse der Kulturpflanzen, sowohl für die praktische Züchtung, als auch für die Durchführung exakter Vererbungsversuche, hat Verf. die einschlägigen Verhältnisse bei Krauskohl (*Brassica oleracea acephala* D. C.), bei Kohlrabi (*Br. ol. gongylodes* L.), bei Rosenkohl (*Br. ol. gemmifera* L.) und bei Kohlkopf (*Br. ol. capitata laevis* Mitzg.) untersucht.

Bei jeder Sorte wurde der Samenertag nach spontaner Autogamie, künstlicher Autogamie, Geitonogamie und nach isomorpher Xenogamie beobachtet. Zum Vergleich wurde dann noch in jedem Falle der Samenertag an frei abgeblühten Rispen festgestellt. Verf. hat mit Papiertüten gebeutelt.

Spontane Autogamie gab mit Ausnahme von Kohlrabipflanze Nr. 2 sehr geringen Samenertag. Die meisten Schoten waren taub: nur in vereinzelten Fällen wurden 1 bis 2 Körner pro Schote gezählt. Bei der künstlichen Autogamie war das Ergebnis etwas günstiger, besonders bei Kopfkohl Nr. 1. Geitonogamie zeitigte mit Ausnahme von Kohlrabi wesentlich besseren Samenansatz. Durchschnittlich zählte Verf. bei Blätterkohl 13 Samen in der Schote; bei Rosenkohl 6 Samen; bei Kopfkohl — unter Außerachtlassung von Nr. 1 — 6,2 Samen; bei Kohlrabi — unter Außerachtlassung der Pflanze Nr. 2 — nur 1,5 Samen. Isomorphe Xenogamie ergab durchweg reichlichen Samenansatz; bei Blätterkohl durchschnittlich 19; bei Rosenkohl 11; bei Kopfkohl 17 und bei Kohlrabi 17 pro Schote. Der Samenansatz an den frei abgeblühten Rispen war nur unwesentlich besser als der bei isomorpher Xenogamie.

Bei Verwendung von Gazebeuteln konnte Verf. in einzelnen Fällen Windbestäubung feststellen.

Ref. dieses hat seit Jahren — unter Leitung von Prof. Dr. Baur — Vererbungsversuche mit verschiedenen Formen von Br. ol. ausgeführt, deren Veröffentlichung infolge des Krieges hinten gestellt werden mußte. Seine Beobachtungen stimmen mit denen des Verf. — mit Ausnahme der Versuchsergebnisse bei Geitonogamie — im großen und ganzen überein. Ref. konnte bei Nachbarbestäubung keinen besseren Samenertag feststellen als bei Autogamie. Aus eigener Erfahrung muß er die unbedingte Zuverlässigkeit der Versuchsergebnisse des Verf. bezweifeln, da die Pflanzen viel zu dicht nebeneinander gestanden haben (nur einen Meter von Wurzelstock zu Wurzelstock). Bei noch so sorgsamem Arbeiten sind bei dieser geringen Entfernung, auch bei Verwendung von Papierbeuteln, Fehler nicht zu vermeiden, zumal Windbestäubung bei Kohl zweifelsohne vorkommt.

Ref. bedauert, daß die statistisch aufgenommenen Samen nicht alle ausgesät und großgezogen worden sind, um deren Echtheit zu prüfen. Diese Probe wäre allerdings nur dann ein einigermaßen sicherer Beweis, wenn nicht die gleichen Sorten der Sameneltern nebeneinander gestanden haben.

Richard Freudenberg.

Malinowski, E. 1916. On the inheritance of some characters in the Radishes. Extrait des C. R. Société des Sciences Varsovie IX, p. 757 776. 1 plate, polnisch mit englischer Zusammenfassung (ref. nach dem engl. Text).

Der Verf. analysiert die F_4 einer Kreuzung eines langen weißen Radieschens (Eiszapfen) mit einem runden gelben (Wiener). Die Maße der F_4 -Familien nötigen zur Annahme einer größeren Anzahl von Faktoren mit kumulativer Wirkung für die Länge der Wurzeln. Die Farbe, mit Dominanz von gelb über weiß, zeigt monohybride Vererbung. In bezug auf den Grad der Selbstfertilität konnten Gruppen von Familien mit sehr starker, mittlerer und geringerer Selbstfertilität neben solchen mit völliger Selbststerilität aufgestellt werden. Über die Art der Vererbung läßt sich einstweilen noch nicht urteilen.

E. Schiemann.

Tammes, Tine. Die gegenseitige Wirkung genotypischer Faktoren. Rec. d. Trav. bot. Néerl. 1916, 13, Heft 1.

Verf. hat ihre Untersuchungen über den Lein fortgesetzt und berichtet jetzt über das Verhalten der Kronblattbreite und den Zusammenhang zwischen der Breite und der Farbe bei den verschiedenen Kreuzungen zwischen vier Leinvarietäten. Diese sind: A. Ägyptischer Lein, mit einer mittleren Kronblattbreite von 13,4 mm und in dem nach früheren Untersuchungen zwei Faktoren B und C, welche zusammen eine blaue Blütenfarbe bedingen, aktiv sind; B. Gewöhnlicher blauer Lein, mit einer mittleren Kronblattbreite von 7 mm und gleichfalls von der Formel BBCC; C. Gewöhnlicher weißer Lein, mit ungefähr derselben mittleren Kronblattbreite (7,1 mm), in dem C inaktiv ist und dessen Blüten dadurch weiß sind; D. Gekräuselt weißer Lein, mit einer mittleren Kronblattbreite von 3,3 mm und weißblühend, weil der Faktor B inaktiv ist. Die Resultate der Kreuzungen sind die folgenden:

B \times C: Mendelt für die blaue Blütenfarbe; die Breite der Kronblätter bleibt dieselbe.

A \times B: Die Blütenfarbe bleibt dieselbe; die erste Generation ist intermediär für die Kronblattbreite; in der zweiten beobachtet man alle Übergänge zwischen der Breite des gewöhnlichen Leins und der des ägyptischen, in bestimmten Zahlenverhältnissen jedoch; daraus geht nach Verf. hervor, daß der ägyptische Lein einige in der gewöhnlichen Weise mendelnde Faktoren für die Breite mehr besitzt, als der gewöhnliche blaue Lein.

A \times C: Mendelt für die blaue Blütenfarbe; benimmt sich, was die Breite der Kronblätter anbetrifft, wie die vorige Kreuzung.

B \times D: Mendelt für die blaue Blütenfarbe, aber alle blaublühenden Individuen haben die Kronblattbreite von B, alle weißblühenden diejenige von D.

A \times D: Spaltet in der zweiten Generation in weißblühende Individuen mit schmalen Kronblättern, die jedoch breiter sind als die des gekräuselten Leins, und in blaublühende mit breiten Kronblättern, welche denjenigen des ägyptischen Leins an Breite nachstehen.

Die Resultate der beiden zuletzt genannten Kreuzungen sind sehr auffallend. Sie zu erklären war Verf. imstande durch das Studium der Kreuzung:

B \times D: In der zweiten Generation erhielt sie hier Individuen bbcc, welche die Kronblattbreite des gewöhnlichen Leins hatten. Dies zeigt, daß im gekräuselten Lein dieselben Breite-Faktoren anwesend sind, wie im gewöhnlichen und Verf. kommt zum Schluß, daß der Faktor C eine Herabsetzung der Kronblattbreite verursacht, welche durch die Wirkung von B aufgehoben werden kann. In der Tat ist man dadurch imstande, die Ergebnisse der oben genannten Kreuzungen zu verstehen. Aus der Arbeit ergibt sich, „daß die Faktoren in sehr verwickelter Weise miteinander zusammenhängen und einander beeinflussen können“.

Stoimps.

Prof. Dr. L. Baur, Potsdam, Jägerallee 16

DOI: 10.1002/for

Verlagsbuchhandlung Gebrüder Borntraeger in Berlin W 35.

Schöneberger 1 für 12a.

Die Mittelwerte der \log_{10} Konzentrationen der H_2O_2 in den verschiedenen Proben sind in Tabelle 1 angegeben. Die Konzentrationen des H_2O_2 in den verschiedenen Proben sind in Tabelle 1 angegeben. Die Konzentrationen des H_2O_2 in den verschiedenen Proben sind in Tabelle 1 angegeben.

[illegible]

Einseitig bedruckte Sonderabzüge der „Neuen Literatur“ können von den Abonnenten der Zeitschrift zum Preise von 10 Mk. pro Band im Buchhandel bezogen werden.

Inhaltsverzeichnis von Bd. XIX Heft 3

Abhandlungen

Krieglitz, L., Über eine Mutation in einer reinen Linie von <i>Hordeum distichum</i> L. II. Mitteilung: Bastardierungsversuche	149—159
Krieglitz, L., Einige besondere Fälle von chlorophylldefekten Gersten	160—176

Kleinere Mitteilungen

Baur, Erwin, Mutationen von <i>Antirrhinum majus</i>	177—193
Übisch, G. v., Kritische Betrachtungen zur Hypothese der primären und sekundären Koppelung	193—201

Referate

Beijerinck, M. W., De enzymtheorie der erfelijkheid (Tammes)	202
Beijerinck, M. W., The enzyme theory of heredity (Tammes)	202
Biffen, R. H., The suppression of characters on crossing (Ellinger)	218
Blakeslee, A. F. und Warner, D. E., Correlation between egg-laying activity and yellow pigment in domestic fowl (Stein)	216
Dahlgren, K. V. O., Eine acaulis-Varietät von <i>Primula officinalis</i> und ihre Erblichkeitsverhältnisse (Rasmussen)	220
Elstein, Dr. Erich, Zur Polydaktylie in einem sudanesischen Herrscher-geschlecht (Siemens)	207
Federley, Harry, Die Vererbung des Raupendimorphismus von <i>Chaerocampa ophenor</i> L. (Lenz)	215
Grates, R. R., Heredity and mutation as cell phenomena (Sirks)	203
Hallquist, Carl, Brastkreuzungen (Freudenberg)	221
Hallquist, Carl, Ein neuer Fall von Dimerie bei <i>Brassica Napus</i> (Freudenberg)	222
Honing, J. A., Variabilität der Bastardspaltung (Sirks)	204
Jennings, H. S., The numerical results of diverse systems of breeding (Ellinger)	205
Johannsen, W., Tilsyneladende arvelig Selektionsvirkning. Scheinbare erbliche Selektionswirkung. (Ellinger)	217
Kapteyn, J. C., Skew frequency curves in Biology and Statistics (Tammes)	205
Kraude, A., Polydaktylie auf Sardinien (Siemens)	207
Kuster, E., Über Anthocyanzehnung und Zellenmutation (Stein)	220
Kuster, E., Die Verteilung des Anthoxans bei <i>Coleus</i> -Spielarten (Stein)	220
Lenz, Dr. Fritz, Eine Erklärung des Schwankens der Knabenziffer (Siemens)	208
MacBride, E. W. und Jackson, Miss A., The inheritance of colour in the stick-insect (Tammes)	215
Malinowski, E., 1916, On the inheritance of some characters in the <i>Radiolus</i> (Siemann)	223
Malinowski, E., 1916, Über die durch Kreuzung hervorgerufene Vielformigkeit beim Weizen (Siemann)	219
Metz, Charles W., Chromosome Studies on the Diptera (Federley)	211
Onslow, H., A contribution to our knowledge of the chemistry of coat colour in man and of dominant and recessive whiteness (Tammes)	211
Pellew, Caroline und Durlan, Florence M., The genetic behaviour of the hybrid <i>Primula Kewensis</i> , and its allies (Ellinger)	219
Punnett, Reginald Crundall, Mimicry in Butterflies (Federley)	213
Roemer, Th., Über die Befruchtungsverhältnisse verschiedener Formen des Gartenkohles (<i>Brassica oleracea</i> L. (Freudenberg)	222
Rosén, D., Zur Theorie des Mendelismus (Rasmussen)	207
Semon, Richard, Die Fußohle des Menschen (Siemens)	209
Tammes, Tino, Die gegenseitige Wirkung genotypischer Faktoren (Stomps)	224
Tanaka, Yoshimaro, Genetic Studies on the Silk worm (Federley)	210

BAND XIX HEFT 4 (Schlußheft von Band XIX)

AUGUST 1918

ZEITSCHRIFT
FÜR
INDUKTIVE ABSTAMMUNGS-
UND
VERERBUNGSLEHRE

HERAUSGEGEBEN VON

E. BAUR (POTSDAM), **C. CORRENS** (DAHLEM-BERLIN), **V. HAECKER** (HALLE),

G. STEINMANN (BONN), **R. v. WETTSTEIN** (WIEN)

REDIGIERT VON

E. BAUR (POTSDAM)

LEIPZIG

VERLAG VON GEBRÜDER BORNTRAEGER

1918



Über den Begriff der Elementarart im Lichte der modernen Erbllichkeits- forschung.

Von C. Raunkiaer, Kopenhagen.

(Eingegangen am 2. September 1917.)

Geht man von der unter Botanikern und Zoologen allgemein verbreiteten Auffassung aus, so könnte man den Artbegriff ungefähr so definieren: Eine Art (species) ist der Inbegriff aller Individuen, welche in allen wesentlichen Merkmalen übereinstimmen und — wenigstens während einer Periode ihres Lebens — Nachkommen hervorbringen können, die in ausgewachsenem Zustande — abgesehen von Geschlechtsunterschieden — dem Mutterindividuum gleichen.

Im Hinblick auf die Organismen, welche Generationswechsel haben, ist jedoch dieser Definition von Art noch eine Bemerkung hinzuzufügen, daß nämlich die Nachkommen in einigen Fällen dem Mutterindividuum nie ähnlich sein werden, indem zwei oder mehrere voneinander abstammende Generationen hervorgebracht werden und erst die Individuen der letzten dieser Generationen mit dem ursprünglichen Mutterindividuum übereinstimmen.

Es ist leicht zu sehen, daß die Schwierigkeiten für die Anwendung der gegebenen Definition in der Entscheidung liegen, was „wesentlich“ ist und was „übereinstimmt“, welches in Wirklichkeit wieder von ein und demselben abhängt, nämlich von dem Vermögen des Menschen zu „unterscheiden“. Wir begegnen hier also einer Schwierigkeit, die bei jeder auf Beobachtung und Induktion beruhenden Wissenschaft auftreten muß.

Es sind immer geteilte Meinungen darüber gewesen, welche Merkmale als wesentlich zu betrachten sind, weshalb auch der Artbegriff

von verschiedenen Forschern verschieden angewandt wurde. Namentlich kann man zwischen einem umfassenden, unbestimmt begrenzten aber praktischen Artbegriff unterscheiden, so wie er in der Floristik und Systematik angewandt worden ist, und einem engen aber bestimmter begrenzten, der jeder Untersuchung über Artbildung, Erblichkeit usw. zugrunde zu legen ist. Der Vater der modernen Botanik, Linné, dessen Begrenzung und Beschreibung der Arten für die beschreibenden Arbeiten der folgenden Zeit maßgebend wurde, gibt folgende Definition des Begriffes Art: „species tot sunt, quot diversas formas ab initio produxit Infinitum Ens: quæ formæ, secundum generationis inditas leges, produxere plures, at sibi semper similes. Ergo species tot sunt, quot diversae formæ s. structurae hodiernum occurrunt“ (Class. plantar. 5).

Diese Linnésche Definition des Artbegriffes wird ferner durch seinen Begriff der Varietät vervollständigt, indem er sagt: „Varietas est planta mutata a caussa accidentali: Climate, Solo, Calore, Ventis, etc. reducitur itaque in Solo mutato (Philosophia botanica. 1751, Pag. 100).

Der Linnésche Begriff der Varietät umfaßte also nur diejenigen Veränderungen, die durch äußere Verhältnisse hervorgebracht werden, und die durch eine entsprechende Veränderung dieser Verhältnisse wieder zum Ausgangspunkt, dem Artypus, zurückgeführt werden können; die Arten dagegen sind alle erblich verschieden ohne Rücksicht auf den Einfluß der Verhältnisse. Hätte Linné die Menge der erblich verschiedenen Formen gekannt, die wir jetzt innerhalb der gewöhnlichen Arten kennen, so würde er aus praktischen Gründen wahrscheinlich nicht die Konsequenz aus seiner Artdefinition gezogen und alle diese Formen Arten genannt haben, sondern er hätte vielmehr eine andere Definition des Art- und Varietätbegriffes gesucht, wie man es später auch getan hat. Linnés Begrenzung der Arten, die, ihm unbewußt, mit seiner Definition des Artbegriffes nicht in Übereinstimmung war, war nämlich in höchstem Grade praktisch anwendbar bei morphologischen, systematischen und floristischen Untersuchungen, kurz in dieser Botanik, welche in dem auf die Zeit Linnés folgenden Jahrhundert die herrschende war, und sie bildet noch heutzutage in diesen Fächern die einzige praktisch anwendbare Methode der Artbegrenzung.

Nach der Zeit Linnés entdeckte man bald — durch Kultur in botanischen Gärten usw. —, daß dasjenige, was Linné Varietät genannt hatte, in immer häufigeren Fällen Erblich-Verschiedenes war, also in Wirklichkeit Art nach Linnés Definition; da man aber aus praktischen Gründen fand, daß es notwendig war, im wesentlichen der Linnéschen

Begrenzung der Arten zu folgen, mußte man, um zwischen Theorie und Praxis Übereinstimmung zu bekommen, die Artdefinition zu verändern suchen. Viele fuhren doch fort, trotz der Nichtübereinstimmung zwischen der Artdefinition und der praktischen Anwendung Linné im wesentlichen zu folgen, so Lamarck, Bulliard, P. de Candolle, A. de Jussieu, Cuvier, Willdenow usw.

Andere, wie Kurt Sprengel und Link, suchten die Schwierigkeiten durch die übrigens unbewiesene und nur auf mangelhafte Beobachtungen gestützte Annahme zu überwinden, daß die Varietäten (und Unterarten) nur in einem gewissen Grade von der Hauptart erblich verschieden seien und daß sie nach einer mehr oder weniger großen Anzahl von Generationen wieder zu dieser zurückkehren; oder man suchte, wie Bernhardi, die Schwierigkeit durch Unterscheidung zwischen mehr und weniger hervortretenden aber doch in beiden Fällen erblichen Verschiedenheiten zu beheben, und benutzte im ersten Fall die Bezeichnung Art, im zweiten die Bezeichnung Unterart.

Der rationellste Versuch, die Artdefinition so zu formen, daß die aus praktischen Gründen unentbehrliche Artbegrenzung Linnés beibehalten werden konnte, wurde von Koelreuter gemacht, indem er die Resultate der Bastardierungsversuche der Definition von Art und Varietät zugrunde legte. Durch eine lange Reihe meisterhaft ausgeführter Kreuzungsversuche teils zwischen Varietäten derselben Art, teils zwischen verschiedenen „Arten“ zeigte er, daß es sehr leicht war, Bastardierung zwischen Varietäten von derselben Art zustande zu bringen, und daß diese Bastarde vollständig fruchtbar waren, während dagegen Bastarde zwischen verschiedenen Arten (im Sinne Linnés), die übrigens nur zwischen nahe verwandten Arten erhalten werden konnten, entweder ganz unfruchtbar waren oder doch weniger fruchtbar als die elterlichen Pflanzen. Diese Erfahrungen benutzte dann Koelreuter um zu entscheiden, was unter Art- und Varietät zu verstehen war, indem er meinte, die Arten sollen daran erkannt werden, daß sie miteinander gekreuzt Nachkommen geben, die entweder ganz unfruchtbar sind oder doch weit weniger fruchtbar als die Eltern, während Varietäten (von derselben Art) daran erkannt werden, daß sie, miteinander oder mit der Hauptart gekreuzt, Nachkommen geben, die ebenso fruchtbar sind wie die elterlichen Pflanzen.

Koelreuters Begrenzung der Arten fällt also nicht mit der Artdefinition Linnés zusammen, aber im großen und ganzen wohl mit der in der Praxis benutzten Linnéschen Artbegrenzung.

Aber so sicher eine geräumige Artbegrenzung wie diejenige, welche Linné in praxi benutzte, notwendig ist und stets in der Floristik, Systematik, Pflanzengeographie usw. benutzt werden muß, so notwendig ist auf anderen Gebieten z. B. in der Physiologie, Experimental-morphologie usw. die enge, konzise Artbegrenzung, die der Artdefinition Linnés entspricht.

Nach Linné und in der späteren Zeit wurden Art und Erbllichkeit als notwendig zusammengehörend betrachtet; die Individuen einer Art sind gleich, weil sie genealogisch alle von einer Mutter, dem zeitlich ersten Individuum der Art, hervorgegangen sind. Die Grundlage, die die Art konstituiert, ist unveränderlich (d. h. die Arten sind konstant); die Erbllichkeit, d. h. die Erbähnlichkeit ist das Gegebene und bedingt eine kontinuierliche Fortsetzung der im Anfang geschaffenen Grundlage. Was Erklärung heischte, war also nicht die Erbllichkeit, die das Normale, das Gegebene ist, sondern, da man auf den ersten Blick sah, daß die Nachkommen derselben Mutter alle in größerem oder geringerem Grade einander ungleich waren, war es dies Verhältnis d. h. die Variabilität, welches das Problem darbot.

Linné selbst hatte diese Frage leicht erledigt, indem er annahm, daß die Variationen ausschließlich von der Einwirkung äußerer Verhältnisse auf die Ontogenese herrührten und gar nichts mit der Erbllichkeit zu tun hatten. Er überwand indessen das Variationsproblem zu leicht, weshalb es auch in späteren Zeiten immer wieder auftauchte und eine Lösung forderte.

Es zeigte sich nämlich bald, daß die Ungleichartigkeit der Nachkommen nicht immer auf die Weise Linnés zu erklären war, da sie sich in vielen Fällen als zum Teil erblich erwies, d. h. auf einen Teil der Nachkommen vererbt wurde. Es ist doch erst in der neueren Zeit, der Periode der Variationsuntersuchungen, der Zytologie und der Erbllichkeitsforschung, der faktische Inhalt des Variationsbegriffes einer exakten Analyse unterworfen worden, namentlich nach der Wiederentdeckung der Untersuchungen Mendels und nach der Einführung von Johannsens Methode der reinen Linien. Die Resultate der genaueren Untersuchungen lassen sich, soweit ich sehen kann, im großen und ganzen mit der Linnéschen Definition von Art und Varietät sehr gut vereinen, aber mit der wesentlichen Vermehrung unseres Wissens, daß es sich zeigt, daß die Bastarde (die Heterozygoten),

die für Linné ganz¹⁾ unwesentlich waren, auf Kosten der „Arten“ eine dominierende Rolle spielen.

Auf dem jetzigen Standpunkt unseres Wissens kann man wohl das Verhältnis der Resultate zu der Theorie und Praxis Linnés so zusammenfassen:

1. Linnés Variationsbegriff bleibt vorläufig bestehen, nur nennt man schon lange seinen Inhalt nicht Varietät, sondern Form, Modifikation oder Fluktuation. Zwar ist es nicht ausgeschlossen, daß die durch äußere Verhältnisse hervorgebraachte Variation (im Linnéschen Sinne) auf die Erbgrundlage Einfluß haben kann; aber andererseits hat die Wissenschaft bisher einen solchen Einfluß nicht nachweisen können.

Wenn auch die Annahme Linnés, daß die durch äußere Verhältnisse allein bedingten Variationen auf die Erbgrundlage keinen Einfluß haben, richtig wäre, so wird sie sich naturgemäß doch nie absolut beweisen lassen, wohl aber immer wahrscheinlicher machen; ist sie dagegen falsch, so ist eine Möglichkeit vorhanden zu beweisen, daß sie falsch ist.

2. Linnés Artbegriff bleibt ebenfalls bestehen, jedoch mit solchen Änderungen der Definition, wie sie die Rücksicht auf die Bastarde mit sich führt, d. h. die selbstbefruchtenden, homozygotischen Einheiten entsprechen ganz der Linnéschen Artdefinition, aber bei weitem nicht der Linnéschen Praxis; da wir aber ebensogut jetzt wie vorher gezwungen sind, die Einheiten, welche der Linnéschen praktischen Begrenzung der Arten entsprechen, anzuwenden, und da wir diese Einheiten immer Arten genannt haben, so ist kaum Grund vorhanden, jetzt darauf zu verzichten, sondern wir können auch zukünftig diese Bezeichnung auf dieselbe Weise wie früher benutzen.

Die erblich verschiedenen homozygotischen Einheiten können wir indessen ebensowenig entbehren, sie bilden ja den Ausgangspunkt aller wissenschaftlichen Untersuchungen über die Erblchkeitsfrage usw. usw.; sie haben auch Anspruch darauf, Arten genannt zu werden; um Mißverständnissen zu begegnen, habe ich vorgeschlagen, diese Einheiten „Geno-Spezies“ zu nennen.

Es bleiben die Bastarde, die Heterozygoten, die für Linné eine geringe Rolle spielten, die sich aber jetzt als eine außerordentlich umfangreiche Kategorie erwiesen haben, nämlich innerhalb der Wesen,

¹⁾ Von einer späteren Hypothese Linnés abgesehen, daß die Arten innerhalb der einzelnen Geschlechter als durch Kreuzung zwischen wenigen erschaffenen Arten entstanden gedacht werden können.

die Möglichkeit für Kreuzbefruchtung haben, was ja bei den meisten Pflanzen mit geschlechtlicher Vermehrung der Fall ist.

Sehen wir uns einen Augenblick die von den Erbllichkeitsforschern aufgestellten Einheiten an und untersuchen wir, in welchem Umfange sie bei der Definition von systematischen Einheiten angewandt werden können und angewandt werden dürfen. Außer den Begriffen homozygot und heterozygot begegnen wir hier besonders einer Reihe von Begriffen, die von W. Johannsen aufgestellt worden sind. Um Mißverständnissen zu entgehen, werde ich diese Begriffe nebst einer kurzen Definition sofort anführen. Wir wollen mit dem experimentellen Ausgangspunkt der Erbllichkeitslehre, den reinen Linien Johannsens anfangen.

Eine reine Linie ist der Inbegriff aller Individuen, die aus einem homozygotischen, selbstbefruchtenden Individuum hervorgegangen sind.

Um derselben reinen Linie anzugehören, muß die genealogische Kontinuität in jedem Fall gegeben sein; hieraus folgt, daß zwei oder mehrere reine Linien sich nicht auf dem Wege der Vergleichung zu einer vereinigen können, es mag noch so vieles gleich zu sein scheinen. Außerdem braucht eine reine Linie in ihrem späteren Verlauf selbst unter gleichartigen Verhältnissen nicht mit ihrem ersten Verlauf gleich zu sein.

Ein Gen ist die innere erbliche Bedingungseinheit für einen bestimmten Reaktionsmodus.

Genotyp = eine gegebene Genenkombination.

homozygot = die Genen alle doppelt vorhanden.

heterozygot = ein oder mehrere Genen einzeln vorhanden, der Rest doppelt.

isogen = genotypisch gleich.

Biotyp = der Inbegriff aller isogenen (d. h. genotypisch gleichen) Individuen. Ein Biotyp braucht also nicht homozygot zu sein.

isophän = im Aussehen gleich, unabhängig davon, welche Verhältnisse die Gleichheit bestimmen.

Phänotyp = der Inbegriff aller isophänen Individuen.

Wie in jeder Erfahrungswissenschaft ist bei der Anwendung dieser Begriffe eine Möglichkeit vorhanden, sich in verschiedenen Punkten zu irren, welche Punkte aber alle auf einen zu beziehen sind, nämlich die Feststellung der Isogenität. Die Beziehung von mehreren Individuen auf einen und denselben Biotyp beruht darauf, daß wir mit den uns augenblicklich zur Verfügung stehenden Mitteln nicht imstande sind, zwischen ihnen einen genotypisch bestimmten Unterschied nachzuweisen;

daraus kann aber nicht mit Sicherheit geschlossen werden, daß sie absolut genotypisch gleich sind; gewisse genotypische Verschiedenheiten können so beschaffen sein, daß wir sie nicht sehen können; es kann indessen auch vorkommen, daß sie zu sehen sind, daß wir sie aber übersehen. Diese Bemerkungen sind selbstverständlich keine besondere Einwendung gegen die Erblchkeitslehre, sondern sollen nur dazu dienen, um hervorzuheben, daß die Erblchkeitslehre demselben Schicksal der Unsicherheit unterworfen ist, wie z. B. die vergleichende Morphologie — überall sind wir von unserem Vermögen abhängig, Gleichheit und Ungleichheit festzustellen.

Wenn wir jetzt die scharf definierten Begriffe der Erblchkeitslehre betrachten und die große Arbeit, die hier ausgeführt ist, mit Rücksicht auf eine eingehende Analyse des in der Natur gefundenen Materials, so liegt es ja nahe zu versuchen, die gewonnenen Resultate für eine Revision der Definitionen von Einheiten, mit welchen die Systematik, die Pflanzengeographie usw. arbeiten, zu verwenden und namentlich der Definition der kleinsten Einheit: Art in der Bedeutung Elementarart.

Als ich im Jahre 1913 den Artikel „Art“ (in der Naturgeschichte) in „Salmonsens Konversationslexikon“ schreiben sollte, fühlte ich mich deshalb auch gezwungen, vom Gesichtspunkte der Erblchkeitslehre aus zur Frage Stellung zu nehmen. Dies führte mich dazu, den Begriff „Geno-Spezies“ als Bezeichnung für die letzte Einheit der Erblchkeitslehre und der experimentellen Morphologie aufzustellen; wegen des Publikums, für welches der Artikel geschrieben war, konnte ich nicht die gewöhnliche Terminologie der Erblchkeitslehre gebrauchen, weshalb auch meine Definition der Geno-Spezies ziemlich lang wurde, nämlich:

„Sonderart, Geno-Spezies, ist jede Form, die durch Selbstbefruchtung oder durch Befruchtung zwischen Individuen innerhalb derselben reinen Linie Nachkommen gibt, welche untereinander und mit den erzeugenden Individuen gleich sind, was die erblichen Charaktere anbelangt, so daß sie unter denselben Verhältnissen und in demselben Alter gleich, von allen anderen aber verschieden sind; und bei Wesen, die sich nur vegetativisch vermehren, ist Geno-Spezies jede Form, die auf derselben Altersstufe und unter denselben Verhältnissen von allen anderen Formen verschieden ist.“

Ich wußte sehr gut, daß der Begriff Geno-Spezies weder eine unmittelbare Bedeutung für die Systematik, Pflanzengeographie oder verwandte Disziplinen hatte, noch dazu im direkten Verhältnis stand; wie

wir aber hier die letzten Einheiten definieren sollten, war mir damals nicht klar.

Zu derselben Zeit, als ich den Begriff Geno-Spezies aufstellte, begann zwischen Lotsy und E. Lehmann eine Diskussion über den Begriff: Art. Lotsy ging in der Bestimmung des Begriffes Art vom Prinzip der reinen Linien aus.

Im Jahre 1913 (*Progressus rei bot.* 4, 1913, 361—88) gab Lotsy folgende Definition: „Alle bei Aussaat sich bei Anwendung der besten Beobachtungs- und Messungsmethoden, in einem Wort der Johannsen-schen Methode, konstant erweisenden Formen sind Arten.“

Später (*Linn. Soc.* 19, Febr. 1914 und bei E. Lehmann in *Biol. Centralblatt* 1914, p. 287) erhält die Definition folgende Form: „Eine Art ist die Gesamtheit aller homozygotischen Individuen gleicher genetischer Konstitution (vergl. *Archives Néerlandaises etc. Sc. nat.* t. III, 1916, pag. 109).

E. Lehmann (*Biol. Centralblatt* 1914, 287ff.) geht auf diese Definition ein, meint aber, daß die fraglichen Einheiten nicht Arten genannt werden, sondern einen anderen Namen haben sollen, und er schlägt den Terminus „isogene Einheit“ vor; ferner ändert er „genetisch“ in „genotypisch“.

Lotsy (*Biol. Centralblatt* 1914, 614—18) hält daran fest, daß diese Einheiten die eigentlichen Arten seien und so genannt werden sollen, und er gibt eine neue Definition, die auch diejenigen Organismen umfaßt, die sich nur vegetativisch vermehren; sie lautet: „Die Art ist die Gesamtheit aller Individuen, welche sich nur durch Monoplektokonten zu vermehren vermögen und deren Monoplektokonten die gleiche genotypische Struktur haben.“ Unter „Monoplektokonten“ versteht der Verfasser „Fortpflanzungszellen, welche für sich allein (parthenogenetisch oder ungeschlechtlich) oder nach Verbindung mit Fortpflanzungszellen identischer Struktur (normal geschlechtlich) nur eine einzige bestimmte Genenkombination bilden können“.

Diese Definition fällt mit meiner Definition der Geno-Spezies ganz zusammen; benutzt man die Terminologie der Erblichkeitslehre, so kann die Definition viel kürzer werden, besonders wenn man nur auf die geschlechtlichen Organismen Rücksicht nimmt. Geno-Spezies ist dann soviel wie homozygotischer Biotyp.

Als ich seinerzeit den Begriff Geno-Spezies bildete, war es wohl in der unbestimmten und schwachen Hoffnung, daß ich auf diesem Wege zur letzten Einheit der Systematik gelangen könnte. Es lag ja nahe

anzunehmen, daß, wenn man von den fest definierten und auf genaue Experimente gegründeten Begriffen der Erblchkeitslehre ausgehend zu einer letzten Einheit gelangte, diese Einheit der Systematik (usw.) und der Erblchkeitslehre (usw.) gemein sein mußte. Diese Annahme ist indessen unrichtig; wohl haben die beiden Forschergruppen dasselbe ferne Ziel: die Erkenntnis des Zusammenhangs; die eine Forschergruppe untersucht aber den Weg in der einen, die andere in der anderen Richtung.

Allein — ich soll mich nicht in Bilder verlieren sondern das Verhältnis kurz ausdrücken, indem ich sage, daß ein fundamentaler Unterschied vorhanden ist hinsichtlich der Weise, auf welche die Erblchkeitslehre und die Systematik das gemeinsame Material, die Individuen, betrachten und beurteilen, wenn sie versuchen, sie in die letzten Einheiten zu verteilen; die Erblchkeitslehre beurteilt die Individuen durch ihre Nachkommen, die Systematik direkt durch das, was sie selbst sind.

Die Erblchkeitslehre bestimmt den Wert (Dignität) eines Individuums, d. h. zu welcher letzten Einheit es gehört, durch Beurteilung der Nachkommen.

Sollte die Systematik usw. dieselbe Methode benutzen, so müßte das ganze Material der Paläontologie und sämtliche Spezimina unserer Sammlungen auf ewig unbestimmt bleiben; ebenso wie alle jetzt und zukünftig lebenden Wesen, nämlich alle Individuen außer den ganz einzelnen, mit welchen die Erblchkeitsforscher zufällig bei ihren Untersuchungen der reinen Linien beschäftigt sind.

Laßt uns ein Beispiel nehmen: eine rotblühende und eine weißblühende Varietät derselben Sammelart; wir stehen dann z. B. einem weißblühenden Individuum A gegenüber; soll nun die Systematik dieses Individuum vermittelt der Methode der Erblchkeitslehre bestimmen, so muß das Individuum A erst Samen hervorbringen, deren weiteres Schicksal zu verfolgen ist; werden bei Selbstbefruchtung von A alle die Nachkommen weißblühend, so folgern wir, daß A einer bestimmten Geno-Spezies, einem homozygotischen weißblühenden Biotyp angehört.

Sind dagegen die Nachkommen von A teils rotblühend, teils weißblühend, so folgern wir — immer Selbstbefruchtung vorausgesetzt — daß A ein Bastard, ein heterozygotischer Biotyp ist.

Haben wir dagegen nicht die Bestäubung bei A kontrolliert, so können wir in diesem Falle nichts schließen. A kann ein Heterozygot mit Selbstbefruchtung und weiß dominierend sein, aber A kann auch ein Homozygot sein, bei welchem einige Blumen selbstbefruchtet, andere

mit einer rotblühenden und rot dominierenden Varietät kreuzbefruchtet worden sind: wenn wir die Untersuchung nicht fortsetzen, so bleibt es für immer unentschieden, ob A ein Homozygot war, eine Geno-Spezies, die von der rotblühenden Varietät befruchtet wurde, oder ein Heterozygot, ein Bastard, der sich selbst befruchtete. Um die Dignität eines Individuums auf diese Weise bestimmen zu können, muß man also entweder seine Bestäubung kontrollieren und seinen Nachkommen durch die erste Generation folgen, oder die Nachkommen in mindestens zwei Generationen kontrollieren.

In anderen Fällen kann es ein halbes Jahrhundert oder mehr dauern, ehe ein Individuum bestimmt werden kann, wenn es nach der Methode der Erblchkeitslehre bestimmt werden soll. In einem Buchenwald gibt es z. B. Individuen mit kleinstacheligen, andere mit grobstacheligen Cupulae. Werden die Individuen beurteilt und bestimmt dadurch was sie selbst sind, d. h. durch ihren Reaktionsmodus, dann ist es leicht genug ihren systematischen Platz zu bestimmen; sollen sie dagegen durch die Methode der Erblchkeitslehre bestimmt werden, d. h. durch Beurteilung der Nachkommen, so stellt sich die Sache ganz anders. Laßt uns nur ein einziges Individuum mit grobstacheligen Cupulae nehmen; wenn grobstachelig gegen kleinstachelig dominiert, so kann dieses Individuum mit Rücksicht auf die Bekleidung der Schale doch entweder homozygot oder heterozygot sein; nach der Betrachtungsmethode der Erblchkeitslehre kann es also entweder einer Geno-Spezies oder einem Bastard angehören. Um die Frage zu entscheiden, müssen wir für Selbstbefruchtung sorgen und den Nachkommen folgen, bis diese zur Blüte gelangen, und erst wenn dies geschehen ist, also ungefähr nach einem halben Jahrhundert, sind wir imstande zu beurteilen, ob das ursprüngliche Mutterindividuum, welches wir bestimmen wollten, einer Geno-Spezies oder einem Bastard angehört, was den betreffenden Charakter anbelangt. Und dies war nur die Bestimmung eines einzigen von den Buchenindividuen des Waldes.

Diese Verfahrungsweise ist nicht nur praktisch unausführbar sondern auch falsch, selbstverständlich nicht für die Erblchkeitslehre, sondern für die Systematik, die Verwandtschaftslehre, die Deszendenzlehre. Deszendenz wird nicht durch unmittelbare Genealogie bestimmt. Deszendenz ist nicht die unmittelbare genealogische Zusammengehörigkeit, sondern Genenkontinuität.

Eine rotblühende *Polygala vulgaris*, welche von einer weißblühenden geboren wird, die mit einer rotblühenden befruchtet worden ist,

ist rotblühend und nicht weißblühend, gehört der rotblühenden und nicht der weißblühenden Einheit an; sie ist nicht rotblühend, weil sie mit der weißblühenden im unmittelbaren Zusammenhang steht, sondern trotzdem dies der Fall ist; sie ist dagegen rotblühend, weil sie das Resultat eines genischen Zusammenhangs mit einer früheren rotblühenden ist.

Es ist also nicht das genealogische Prinzip, die Beurteilung der Nachkommenschaft, sondern das Gleichheitsprinzip, worauf die Einheiten der Systematik beruhen — und das einzig und allein.

Bräuchte eine Buche eine Frucht hervor, aus welcher eine Eiche hervorwüchse, dann ist die betreffende Buche dennoch eine Buche und die Eiche eine Eiche, trotzdem sie von einer Buche stammt: und wir werden davon überzeugt sein, daß eine Reihe von Eichengenen durch ihre Mutter die Buche vorhanden gewesen ist, bis zu einer Eiche zurück, die nie eine Buche gesehen hat.

Und ich werde hinzufügen: wenn auch diese Annahme falsch wäre, wenn es auch nicht Deszendenz wäre, sondern nur Genealogie und ein unbekanntes Prinzip, welches im angeführten Beispiel Eiche aus Buche gab, so würde die Systematik deshalb nicht ihr Prinzip verändern, sondern immer und ganz auf dem Prinzip der Gleichheit und Ungleichheit beruhen, wie sie es vorher getan hat, unbekümmert um Theorien über Deszendenz.

Die Deszendenzlehre ist für die Systematik nicht absolut notwendig, diese ist aber für die Deszendenzlehre notwendig.

Und ferner: nicht nur schließen sowohl praktische wie theoretische Gründe die Möglichkeit aus, durch die Beurteilung der Nachkommen den systematischen Wert des Individuums zu bestimmen, der einzig und allein dadurch bestimmt wird, was das Individuum selbst ist, sondern es ist zugleich dieser letzte Weg, den die Natur selbst wandelt.

Die äußeren Bedingungskombinationen, überhaupt die sortierende — um nicht zu sagen erwählende — Natur, sie mag Erhaltung oder Verteilung mit sich führen, fragen nicht, welche Nachkommen die Individuen hervorbringen werden, sondern was sie selbst sind, wie sie selbst imstande sind den gegebenen Bedingungen, dem bestimmenden Reagens gegenüber zu reagieren; sie fragt nicht, ob sie isogen sind, ob sie demselben Biotyp angehören, ob sie homozygot oder heterozygot sind; sie fragt nicht nach genealogischen Einheiten sondern nach Konkurrenz-einheiten, und um zu derselben Konkurrenzeinheit gerechnet zu werden,

wird nur gefordert, daß die Individuen auf dieselbe Weise denselben Verhältnissen gegenüber reagieren.

Die letzte und kleinste Einheit (nicht Einer) der Natur und der Systematik ist also der Inbegriff aller unter denselben Verhältnissen und auf demselben Stadium isoreagierenden Individuen, und eine solche Einheit nenne ich einen Isoreagenten¹⁾.

Die Definition ist die Richtschnur unseres Strebens, die Definition ist das Absolute, das Ziel, dem uns zu nähern wir bestrebt sind, das zu erreichen wir aber in keinem einzigen Fall ganz sicher sind, was doch nicht im geringsten die Notwendigkeit der Definition berührt.

Bei Pflanzen mit Kreuzbefruchtung gelangen wir in der Praxis kaum jemals mit Sicherheit zu den letzten Einheiten weder in der Erbliehkeitslehre noch in der Systematik; es wird ja in der Praxis schwierig sein zu beweisen, daß eine Pflanze in jeder Beziehung homozygotisch ist, und es wird gleichfalls schwierig sein zu beweisen, daß eine Sammlung von Individuen in jeder Beziehung isoreagierend ist. Aber mit Rücksicht auf die Verhältnisse, die wir bei unserer Untersuchungsmethode finden können, können wir, soweit unsere Beobachtungen reichen, die Übereinstimmung nachweisen; mag es sich nun darum handeln, Homozygotie, Geno-Spezies oder Elementarart in der Bedeutung Isoreagent nachzuweisen, immer beruht die letzte Entscheidung auf dem Isoreaktionsprinzip. Dies ist nichts Neues; solange eine vergleichende Morphologie und eine Systematik existiert, ist in Wirklichkeit das Isoreaktionsprinzip immer das letzte, höchste wissenschaftliche Kriterium gewesen und wird es bleiben, es ist die praktische Anwendung des Identitätssatzes, es ist deshalb überhaupt nicht möglich weiter zu gelangen als zum Isoreaktionsprinzip und deshalb muß auch der Isoreagent die letzte Einheit sein.

Das Verhältnis zwischen dieser Einheit und den Einheiten der Erbliehkeitslehre ist am leichtesten durch ein paar Illustrationen zu beleuchten. In Fig. 1 bezeichnen A und B zwei Geno-Spezies, zwei

¹⁾ Die Bezeichnung Isoreagent ist zwar ein sprachlicher Bastard, aber einerseits gibt es, soweit ich erfahren habe, kein griechisches Wort, das dem „reagieren“ ganz entspricht (und Äquireagent klingt nicht gut), andererseits meine ich, daß ebenso sicher als es der Reaktionsmodus des Individuums ist, der seinen Platz in der Natur und in der Systematik bestimmt ohne Rücksicht darauf, ob das Individuum homozygot oder heterozygot ist, ebenso sicher der Wert einer Bezeichnung darauf beruht, daß sie den Begriff genau deckt, ohne Rücksicht darauf, ob die betreffende Bezeichnung, wenn ich so sagen darf, homozygot oder heterozygot ist.

Homozygoten, der Einfachheit wegen ist angenommen, daß sie nur in einer Beziehung verschieden sind und ohne Dominanz; der verschiedene Ton gibt den verschiedenen Reaktionsmodus der Einheiten an, die vollgezogene und die punktierte Linie geben die Genenkonstitution der betreffenden Einheiten an. Wenn A von B bestäubt wird (durch die Linien s und t angedeutet), erhält man einen Bastard, e_1 und e_2 , sowohl von A als von B verschieden. Nach Selbstbefruchtung spaltet sich e_1 in c (= A), i (= B), g und h (= e_1); in derselben Weise spaltet sich e_2 in d (= A), k (= B), e und f (= e_2). Die Erblchkeitslehre unterscheidet hier — kraft der Beurteilung der Nachkommen — zwei Geno-Spezies (A und B) und einen Bastard. Die Systematik unterscheidet — kraft der Anwendung des Isoreaktionsprinzips auf die Individuen selbst — drei gleichwertige Isoreagenten: A, B und C.

Ebensowenig wie die Erblchkeitslehre Bedenken trägt, „i“ (Fig. 1) auf dieselbe Einheit wie „B“ zu beziehen, obgleich „i“ genealogisch von „ e_1 “ ausgeht, ebensowenig trägt die Systematik Bedenken, „e, f, g“ und „h“ als zu einer isoreagierenden mit A und B gleichberechtigten Einheit, C, gehörig zu betrachten, obgleich C außerdem, daß es Nachkommen hervorbringt, welche mit ihm gleich sind, auch Nachkommen hervorbringen kann, welche mit A oder mit B gleich sind.

Fig. 2 illustriert das Verhältnis im Falle einer Dominanz. A wird von B bestäubt; der Bastard e_1 und e_2 ist dann nicht von A zu unterscheiden, aber nach Selbstbestäubung bringt er verschiedene Nachkommen hervor, nämlich „i“ und „k“, welche nicht von B zu unterscheiden sind; und c—h, welche A gleichen; durch Selbstbestäubung bringen aber nur „c“ und „d“ Nachkommen hervor, die alle mit A gleich sind; e, f, g und h bringen dagegen Individuen hervor, von welchen einige mit B, andere mit A gleich sind usw. Wie im vorhergehenden Falle unterscheidet die Erblchkeitslehre — kraft der Beurteilung der Nachkommen — zwei Geno-Spezies A und B und einen Bastard (e, f, g und h), obgleich die letztgenannten Individuen an sich nicht von A zu unterscheiden sind; die Systematik, welche die Individuen dadurch beurteilt, was sie selbst sind, und nicht dadurch, welche Nachkommen sie eventuell hervorbringen können, kann hier kraft des Isoreaktionsprinzips nur zwei Einheiten, zwei Isoreagenten A und B sehen.

Jetzt wird man vielleicht sagen, daß wenn auch z. B. „b“ und „g“ scheinbar isoreagierend seien, doch ein Unterschied zwischen ihnen vorhanden sein müsse; indem „b“ durch Selbstbefruchtung nur A hervorbringe, während „g“ durch Selbstbefruchtung sowohl A als B hervor-

bringe. Hierzu muß bemerkt werden, daß daraus, daß die Genenkonstitution, welche die Nachkommen bedingt, verschieden ist, nicht folgt, daß der individuelle Reaktionsmodus der betreffenden Individuen verschieden ist; a posse ad esse non valet consequentia; man darf nicht

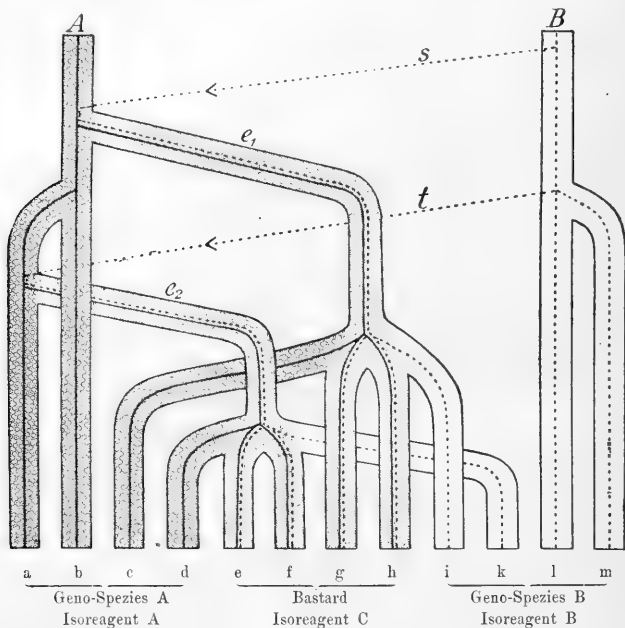


Fig. 1.

davon ausgehen, daß der Reaktionsmodus von „g“ von dem „b“ verschieden ist, solange man nur Übereinstimmung nachweisen kann; wird es dagegen gelingen nachzuweisen, daß „g“s Reaktionsmodus von demjenigen „b“ verschieden ist, dann wird die Sache eine andere, aber nur insofern, daß das Beispiel in Fig. 2 in diesem Fall in das Schema der Fig. 1 übergeht, wohl zu verstehen nicht kraft der Nachkommenbeurteilung der Erbliehkeitslehre sondern kraft des Isoreaktionsprinzips.

Es ist nicht die genealogische Kontinuität sondern die Genenkontinuität und der von der Genenkonstitution bedingte Reaktionsmodus, welche die systematische Zusammengehörigkeit bestimmen.

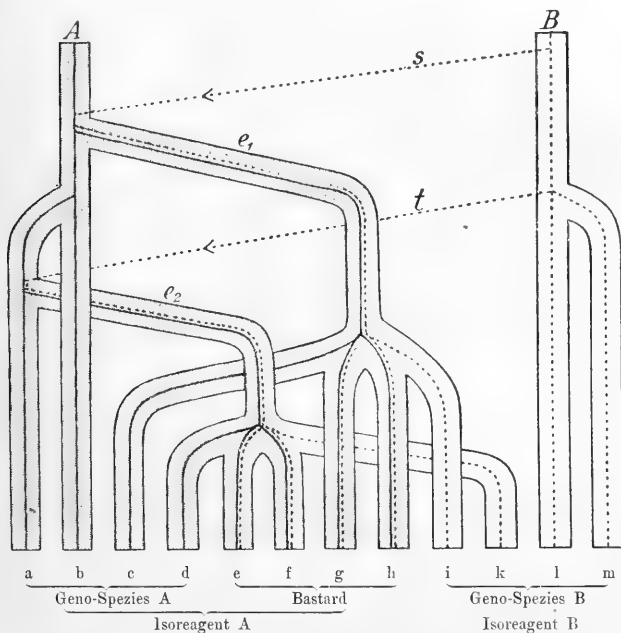


Fig. 2.

Es ist hier der Ort, einen Augenblick zu Linné zurückzukehren, nicht zu seiner Artbegrenzung in praxi, die zu gebrauchen wir immer gezwungen sein werden, sondern zu seiner Artdefinition. Wie früher bemerkt, kann die Artdefinition Linnés nur auf selbstbefruchtete homozygotische Wesen angewandt werden, und ferner auf solche, die keine geschlechtliche Vermehrung haben. Wenn man aber von der Artdefinition Linnés die Forderung streicht, daß die Nachkommen immer

mit dem Mutterindividuum identisch sein sollen, wodurch seine Definition derjenigen des „Isoreagenten“ gleich wird, dann kann sie auf alle Wesen angewandt werden, mögen sie geschlechtliche Vermehrung haben oder nicht, und mögen sie Homozygoten oder Heterozygoten sein.

In den Pflanzengruppen mit Kreuzbefruchtung werden die einzelnen Elementararten (d. h. der Inbegriff aller isoreagierenden Individuen) im größeren oder geringeren Grade polyphyletisch sein. Der Isoreagent C in Fig. 1 kann entweder bloß einmal (monakisch) oder mehrmals (e_1 und e_2 in Fig. 1) und an mehreren Stellen (pollakisch und polytopisch) entstanden sein; ist er im letzteren Fall immer durch Kreuzung zwischen A und B entstanden, so ist sein Ursprung homophyletisch; ein Isoreagent kann aber auch verschiedenartigen Ursprung haben, der Isoreagent RRBSS kann z. B. nicht nur durch Kreuzung zwischen RRbbSS und RRBss entstehen, sondern auch durch Kreuzung zwischen RRbbSS und rrBBss, sein Ursprung ist dann heterophyletisch.

Ebensowohl als z. B. Schwefel Schwefel ist, aus welcher Verbindung er auch gewonnen ist, wenn er nur auf die Art des Schwefels reagiert, ebenso gehört in der Systematik eine Reihe von Individuen derselben Elementarart an, wenn sie auch verschiedenen Ursprung haben, falls sie nur auf gleiche Weise auf dieselben Reagentien, dieselben Verhältnisse reagieren. Hier wie dort ist das Isoreaktionsprinzip das letzte Kriterium der Einheit.

Aus dem vorhergehenden ergibt sich, daß auf dem jetzigen Standpunkt unseres Wissens die letzte Einheit der Erblchkeitslehre und die der Systematik nicht dieselben sind.

Die Erblchkeitslehre bestimmt den Wert des Individuums durch seine Nachkommen.

Die Systematik bestimmt den Wert des Individuums dadurch, was es selbst ist.

Die letzte Einheit der Erblchkeitslehre ist deshalb die Geno-Spezies = der Inbegriff aller isogen-homozygotischen Individuen.

Die letzte Einheit der Systematik ist die Elementarart, der Isoreagent = der Inbegriff aller isoreagierenden Individuen.

Artdeszendenz setzt genealogische Kontinuität voraus; aber genealogischer Zusammenhang ist noch kein Beweis für Artdeszendenz. Soweit überhaupt der historische Verlauf der Artdeszendenz erkannt werden kann, kann es nur auf Grund des Gleichheitsprinzips — des Isoreaktionsprinzips — und durch die Methode der vergleichenden Untersuchung geschehen.

Die Blütenvariationen der Einbeere.

Von P. Stark.

(Eingegangen am 30. Oktober 1917.)

Einleitung.

In meiner früheren Arbeit über die Schwankungen im Laubblattquirl der Einbeere habe ich schon darauf hingewiesen, daß diese Wandlungen häufig mit solchen in der Blütenregion verknüpft sind, und habe dort eine eingehendere Behandlung der Variationen innerhalb der verschiedenen Blütenquirle in Aussicht gestellt. Diese Ergänzung soll auf den folgenden Seiten geliefert werden. Die Untersuchung erstreckte sich auf dieselben Standorte, die auch das Material für die früheren Studien geliefert hatten. (Baar, Schwarzwald, Kaiserstuhl, Oberrheinebene.) Da nur etwa ein Zehntel der Einbeersprosse zur Blüte gelangt, so steht das Material hinsichtlich der Individuenzahl hinter dem früheren zurück. Immerhin erstreckte sich die Untersuchung auf weit über 10000 Einzelsprosse.

Wiederum sehe ich mich veranlaßt, meinem Freunde Dr. W. Weinreich für mannigfache Hilfe beim Einsammeln und Verarbeiten des Materials meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.

Eine vorläufige Mitteilung über die wichtigsten Resultate wurde in den Berichten der Deutschen botanischen Gesellschaft gegeben (XXXV, 1917).

Literatur.

Wie über die Schwankungen im Laubblattquirl so gibt es auch über die Blütenvariationen nur wenige eingehende Darstellungen, Als solche nenne ich die Arbeiten von Magnin und Vogler (32, 47), die sich auf ein Material von über 1000 Blüten stützen. Während die registrierten Diagramme im wesentlichen übereinstimmen, weichen die

beiden Autoren hinsichtlich ihrer Interpretierungen voneinander ab. Nach Magnin kommt den Variationen eine erhebliche phylogenetische Bedeutung zu, während Vogler in erster Linie Ernährungseinflüsse für die Durchbrechung des Normaltypus verantwortlich macht. Wir werden auf diese Frage natürlich später eingehen müssen.

Abgesehen davon finden sich in der Literatur nur kürzere Notizen, meist eingestreut in Arbeiten von weiterem Umfang (1. 3. 17. 21. 23. 31. 38), ferner flüchtige Angaben in teratologischen Werken (33. 34. 37) und Floren (5. 40).

Überblickt man diese Daten, dann gewinnt man den Eindruck, daß auch hier wie beim Laubblattquirl in den verschiedenen Gegenden ein wechselndes Verhalten zu konstatieren ist. Sehr häufig sind Blütenanomalien nach den Befunden Magnins offenbar in der Umgebung von Lyon, während in Norddeutschland Abweichungen vom Typus recht selten zu sein scheinen. Auf Einzelheiten können wir erst im folgenden näher eingehen.

Kap. I. Überblick über die auftretenden Blütenvariationen.

Es wird zunächst unsere Aufgabe sein, einen kurzen Überblick über die bei *Paris quadrifolia* beobachteten Bildungsabweichungen zu geben. Wir können diese in zwei Gruppen gliedern: 1. in solche, bei denen nur einzelne Glieder eines Quirls von der Änderung betroffen sind (lokale Abweichungen) und 2. solche, bei denen entweder alle Glieder einheitlich derselben Wandlung unterliegen oder wo der gesamte Blütenbau gestört wird. Natürlich können im ersten Fall in ein und derselben Blüte gleichzeitig mehrere, oft ganz verschiedenartige Bildungsabweichungen verwirklicht sein.

Der Einfachheit halber geben wir im folgenden die Diagramme stets in Form von sechs hintereinandergereihten Zahlen wieder, von denen die erste dem Laubblattquirl entspricht. Dieses Verfahren deckt sich zwar nicht mit den üblichen Gepflogenheiten, aber es ist durch die besonderen Bauverhältnisse bei der Gattung *Paris* gerechtfertigt. Schon durch die regelmäßige Alternanz zu den Kelchblättern ergibt sich eine enge Beziehung zwischen dem Laubblattquirl und der Blüte, und diese Verkettung findet auch ihren Ausdruck in der Korrelation, die hinsichtlich der Quirlzahlen besteht. Ferner läßt sich bei kaum einer Pflanze ein so auffallender kontinuierlicher Übergang von der Region der Laub-

blätter zu der der Antheren in bezug auf die morphologische Ausgestaltung verfolgen, eine Erscheinung, auf die schon Moquin-Tandon hingewiesen hat. Erwähne ich schließlich noch, daß durch Unterdrückung des Blütenstiels mitunter der Laubblattquirl direkt in die Blüte einbezogen wird und daß in manchen abnormen Fällen ein spiralisches Ineinanderfließen beider sonst getrennten Regionen stattfindet, dann mag das eingeschlagene Verfahren berechtigt erscheinen. Wir gelangen somit zu dem Diagramm:

4. 4. 4. 4. 4. 4.

Hierbei verdient noch etwas Beachtung. In der Literatur trifft man nämlich durchweg die Schreibweise:

4. 4. 4. 8. 4

an. Dies beruht darauf, daß die Antheren tatsächlich in einem einzigen Zyklus stehen. Dagegen ist aber zu bemerken, daß sich schon beim normalen Bau eine ganz bestimmte Zuordnung der Staubblätter zu den Perigonquirlen nachweisen läßt: vier entsprechen den Sepalen, vier den Petalen. Dies ist aber fast ausnahmslos auch dann möglich, wenn ein überzähliges Glied in den Staubblattquirl eingefügt ist. Haben wir zum Beispiel nach der alten Schreibweise das Diagramm

4. 4. 4. 9. 4,

dann steht nicht etwa das überschüssige Glied in einer Lücke, sondern eines der Perigonblätter trägt zwei Antheren, so daß wir es offenbar mit einer Spaltung zu tun haben. Je nachdem, ob es sich um ein Kronblatt oder um ein Kelchblatt handelt, kommen wir also zu dem Diagramm:

4. 4. 4. 4. 5. 4 oder 4. 4. 4. 5. 4. 4.

Eine solche Scheidung ist aber für unsere späteren Betrachtungen von Bedeutung.

I. Lokale Veränderungen.

Die lokalen Veränderungen sind der verschiedensten Art. Sie betreffen die Ausbildungsweise der einzelnen Blütenorgane, ferner ihre Zahl und ihre gegenseitigen Beziehungen.

a) Metamorphosen.

Unter Metamorphosen fassen wir alle die Fälle zusammen, wo ein bestimmtes Glied ganz oder teilweise die Merkmale eines andern an-

genommen hat. Solche Umgestaltungen sind in jedem Quirl beobachtet, und zwar können sie im Sinne eines nach außen oder nach innen liegenden Zyklus erfolgen.

So zeigen die Kelchblätter manchmal Laubblattcharakter. Dies ist besonders dann der Fall, wenn die Blüte Andeutungen einer Auflösung der Quirle in Spiralen zeigt. Dann gehen die Laubblätter kontinuierlich in Kelchblätter über, alle morphologischen Zwischenstadien sind vorhanden. Dies gilt sowohl von der Größe als auch von der Nervatur, die bei den Laubblättern netzadrig, bei den Kelchblättern paralleladrig ist. Besonders auffällig sind Zwischenbildungen, die hälftig dem einen, hälftig dem andern Organ folgen. Diese finden sich vor allem an der Grenzregion, wo der Charakter des Laubblattquirls in den des Sepalenquirls überschlägt, und zwar ist hier die nach der Spitze der Spirale gerichtete Flanke kelchblattartig ausgestaltet.

Seltener sind die Fälle, wo das Kelchblatt sich in seiner Ausbildung dem Kronblatt nähert. Entweder ist dann das gesamte Kelchblatt mäßig verschmälert, so daß man dem isolierten Gebilde nicht ansehen würde, in welchen Perigonkreis es zu stellen ist, oder aber die Umwandlung ist so vollständig, daß die ursprüngliche Natur ganz verloren gegangen ist. Daran schließen sich Fälle an, wo die Metamorphose nur hälftig erfolgt ist, wo also die eine Flanke normal sepaloïd, die andere petaloïd ausgestaltet ist.

Besonders charakteristisch sind solche Mittelbildungen für vollständig aufgelöste Diagramme, in denen zwischen den zwei normalen Hüllkreisen noch ein dritter angedeutet ist. Der eingeschaltete Zyklus besteht dann aus verschmälerten Sepalen, denen meistens überzählige Antheren zugeordnet sind.

Übergangsbildungen von Kelchblättern zu Antheren habe ich nicht beobachtet.

Die Kronblätter können entweder dem äußeren oder dem inneren Nachbarquirl nachschlagen. Im ersten Fall sind sie ganz- (Schönberg, Maxau, Wolfartsweier) oder halbseitig (Maxau) sepaloïd; im zweiten Fall zeichnen sie sich durch den Besitz von Staubbeuteln aus (Daxlanden), manchmal allerdings bloß wieder auf der einen Flanke.

In diesem Zusammenhang muß auch noch eine andere Erscheinung erwähnt werden. Es kommt häufig vor, daß ein Kronblatt fehlt, daß dafür aber neben der Lücke vor dem Kelchblatt ein überzähliges Staubblatt steht, z. B.:

4. 4. 3. 5. 4. 4 oder 5. 5. 4. 6. 4. 4.

Diese Erscheinung legt die Vermutung nahe, daß die Kronblattanlage verrutscht ist, in den Antherenkreis geriet und durch diese Verlagerung selbst als Staubblatt ausgebildet wurde. Darnach hätten wir einen besonders interessanten Fall einer Metamorphose, der durch korrelative Beeinflussung erzeugt ist. Sicher ist diese Deutung aber nicht, denn es könnte ja auch sein, daß durch die Unterdrückung des Kronblatts eine Staubblattanlage mehr Platz fand (Fig. 1). Hierüber müßten entwicklungsgeschichtliche Beobachtungen Aufschluß geben¹⁾.

Abnorme Ausgestaltung der Antheren gehört bei den untersuchten Standorten zu den häufigsten Erscheinungen. Die Umwandlung ist aber immer nur einer Art. Die Staubbeutel verkümmern, und es kommt dadurch ein kronblattartiges Gebilde zustande. Häufig ergreift dieser Vergrünungsprozeß nicht bloß eine Anthere, sondern alle Glieder des Staubblattquirls werden in Mitleidenschaft gezogen. In manchen Fällen ist die Vergrünung bloß halbseitig.

Übergänge von Antheren in Karpelle beobachtete Magnin (32) in der Umgebung von Lyon.

Die Metamorphose von Karpellen gehört zu den seltensten Erscheinungen. Hierher zählen die merkwürdigen Fälle, wo aus dem Karpellkreis ein bis mehrere Kronblätter oder Antheren entspringen. Die Karpellnatur der abnormen Gebilde gibt sich stets noch an der violetten Färbung zu erkennen. Meist erstreckt sich die Metamorphose bloß auf die Griffel, in extremen Fällen werden aber auch die entsprechenden Fächer des Fruchtknotens reduziert, so daß vollständig unregelmäßige Bildungen zustande kommen.

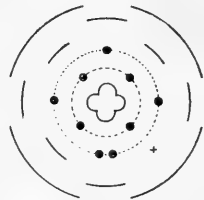


Fig. 1.

Diagramm 4. 4. 3. 4. 5. 4.

b) Spaltung.

Gabelförmige Spaltungen einzelner Glieder finden sich in allen Quirlen. Daß sie im Laubblattkreis vorkommen, wurde schon in der früheren Arbeit erwähnt. Man kann hier alle Übergangsphasen von eben angedeuteter Einbuchtung in der Spitze bis zu fast vollendeter Lostrennung der Spaltprodukte beobachten. Unter den nichtblühenden

¹⁾ In entsprechender Weise nimmt Magnin die Metamorphose eines Staubgefäßes in ein Karpell für das Diagramm 4. 4. 4. 4. 3. 5 an. Haacke hat für diese Erscheinung den Namen Topoplasie geprägt (14, analoge Umwandlung von Hüllblättern in Perigonblätter).

Sprossen beobachtete ich $2\frac{1}{2}$ -, $3\frac{1}{2}$ -, $4\frac{1}{2}$ - und $5\frac{1}{2}$ -blättrige Individuen, ferner Primärblattstadien mit einfachem oder gar doppeltem Einschnitt. Seltener sind die Spaltungen der Laubblätter bei Blühsprossen. Die drei einzigen hierhergehörigen Exemplare hatten die Diagramme $5\frac{1}{2}$. 4. 4. 4. 4. 4 (Schönberg), $5\frac{1}{2}$. 5. 5. 5. 5. 5 (Kaiserstuhl) und $3\frac{1}{2}$. 3. 3. 3. 3. 3 (Kaiserstuhl).

Auch Spaltungen in den Perigonkreisen zählen zu den Seltenheiten; ich beobachtete die Diagramme:

5. $4\frac{1}{2}$. 4. 4. 4. 4 (Durlach),
 5. $4\frac{1}{2}$. 4. 5. 4. 4 (Schönberg, Maxau),
 4. 4. $4\frac{3}{2}$. 4. 4. 4 (Weingarten).

Der zweite Fall ist sehr charakteristisch. Er zeigt, daß die Gabelung, die in einem Kelchblatt vorliegt, bei dem davorstehenden Staubblatt schon vollständig vollzogen ist, so daß vor der Gabelung zwei Antheren stehen. Es weist dies auf die korrelative Verkettung koordinierter Organe hin, für die wir später zahlreiche Belege finden werden. Im dritten Diagramm ist ein Kronblatt einfach, ein anderes doppelt gegabelt.

Sehr häufig sind Spaltungen in den Antherenkreisen (Fig. 1a). Ich will hier nicht die zahlreichen gefundenen Fälle (über 50) anführen, sondern nur auf zwei Gesetzmäßigkeiten hinweisen¹⁾. Erstlich erstreckt sich die Gabelung zumeist auf die Kelchstaubblätter; das ist deshalb verständlich, weil bei der erheblicheren Breite der Sepalen hier viel mehr Raum zur Verfügung steht. Ferner erfolgt die Gabelung mit Vorliebe bei solchen Sprossen, wo in irgend einem Quirl schon überzählige Glieder eingefügt sind. Hierher zählen z. B. die Diagramme:

4. 4. 4. 5. $4\frac{1}{2}$. 4 (Schönberg)	5. 4. 4. $5\frac{1}{2}$. 4. 4 (Weingarten)
5. 4. 4. $4\frac{1}{2}$. 4. 4 „	4. 4. 4. 5. $6\frac{1}{2}$. 5 „
5. 4. 4. $5\frac{1}{2}$. 4. 4 „	4. 4. 4. 6. $4\frac{1}{2}$. 5 „

Weit verbreitet sind Gabelungserscheinungen schließlich auch bei den Griffeln.

c) Überzähligkeit von Quirlen.

Die Gabelung kann als Vorstadium zu der vollständigen Spaltung angesehen werden, durch welche eine Vermehrung der Quirlzahl erzielt wird. Eine solche Einschaltung neuer Organe ist ja im Laub-

¹⁾ Vgl. Tab. XVI, Anhang.

blattquirl eine sehr bekannte Erscheinung. Die Gliederzahl kann von 4 bis auf 8 anwachsen.

Überzähligkeit ist auch in allen andern Quirlen beobachtet. Die Perigonblätter schwanken zwischen den Zahlen 4 und 7; jedoch wurde 7 bloß in einem Fall erreicht. Die Tendenz zur Vermehrung ist im Kelchkreis viel größer als im Kronblattkreis. Außerdem verdient Beachtung, daß selten die Kronblätter allein überzählig sind. Diagramme wie

4. 5. 4. 4. 4. 4 oder 4. 4. 5. 4. 4. 4

treten nur ganz vereinzelt auf; vielmehr werden fast stets die Antheren von demselben Teilungsprozeß ergriffen; dadurch erklärt es sich, daß Perigonblätter ohne zugehörige Staubgefäße kaum zutage treten.

Wie bei der Gabelung so stehen die Antheren auch bei der Überzähligkeit allen anderen Blütenquirlen voran; das gilt insbesondere von den episepalen Staubgefäßen, bei denen die Tendenz zur Vermehrung offenbar größer ist als bei den epipetalen. Häufig erstreckt sich die Spaltung auf mehrere Glieder der beiden Antherenkreise. Ich führe hier ein paar Diagramme an:

4. 4. 4. 5. 4. 4

4. 4. 4. 6. 4. 4

4. 4. 4. 7. 4. 4

4. 4. 4. 7. 8. 4

4. 4. 7. 5. 8. 6

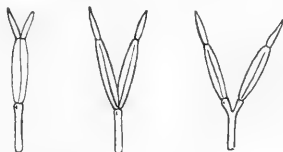


Fig. 1a.

Spaltungsstadien nach Henslow.

3. 3. 3. 5. 3. 3

3. 3. 3. 7. 3. 4

5. 4. 4. 5. 4. 4

5. 4. 4. 6. 4. 4

In all diesen Fällen stehen die überzähligen Staubgefäße seitlich nebeneinander; die Spaltung ist also in radialer Richtung erfolgt. Daß wirklich Spaltung vorliegt, ergibt sich aus der schon erwähnten Tatsache, daß die überzähligen Glieder immer paarweise mit einem normalen vor einem Perigonblatt stehen (Fig. 11). Ausnahmsweise sind einem Kelchblatt sogar drei Antheren zugeordnet (Fig. 2).

Von dieser seitlichen Spaltung ist eine solche in tangentialer Richtung scharf zu unterscheiden. Hier stehen die überzähligen Glieder vor den normalen, fallen also aus dem achtzähligen Antherendoppelkreis heraus (Fig. 9).

Sehr oft sind beide Fälle miteinander verknüpft (Fig. 3).

Auch im Karpellkreis ist die Vermehrung nicht selten. Meist erstreckt sich die Spaltung bloß auf die Griffel, so daß ein vierfächeriger Fruchtknoten 5—7 Griffel trägt. In fortgeschrittenen Fällen ist aber auch die Fächerzahl vermehrt. Dagegen sind Fälle, wo die Vermehrung bloß die Fächerzahl und nicht die Griffel ergreift, recht selten.

Änderungen des Karpellkreises scheinen von bestimmten Standortsverhältnissen abhängig zu sein. Wenigstens beobachtete ich solche gewöhnlich an bestimmten Stellen immer in großer Anzahl. Besonders bezeichnend ist hierfür eine kleine *Paris*-Kolonie auf dem Schloßberg bei Freiburg, die sich in folgender Weise zusammensetzte¹⁾:

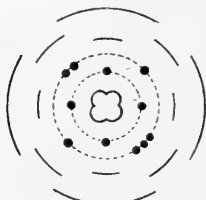


Fig. 2.
Diagramm 4. 4. 4. 7. 4. 4.

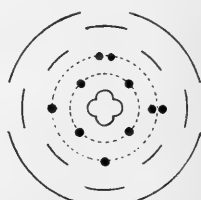


Fig. 3. Radiale und tangentiale
Antherenspaltung.

Diagramm	Zahl d. Ind.	Diagramm	Zahl. d. Ind.
4. 4. 3. 4. 4. 4. (5)	1	4. 4. 4. 5. 4. 4. (6)	1
4. 4. 4. 4. 4. 4.	20	4. 4. 4. 5. 4. 5. (6)	1
4. 4. 4. 4. 4. 4. (5)	2	5. 4. 4. 4. 4. 4.	4
4. 4. 4. 4. 4. 4. (6)	2	5. 4. 4. 4. 4. 4. (6)	1
4. 4. 4. 4. 4. 5	1	5. 4. 4. 4. 4. 5. (6)	1
4. 4. 4. 4. 4. 5. (6)	2	5. 5. 5. 5. 5. 5	1
4. 4. 4. 5. 4. 4. (5)	1	5. 3. 3. 5. 3. 3. (4)	1

Hier ist also bei 64% (!) zum mindesten die Griffelzahl gegenüber dem Normaltypus erhöht.

d) Unterzähligkeit von Quirlen.

An die Überzähligkeit der einzelnen Quirle läßt sich naturgemäß die Unterzähligkeit anschließen. Auch diese Erscheinung tritt in allen Quirlen auf, aber nicht überall mit gleicher Häufigkeit. Daß der Laub-

¹⁾ Die Diagramme mit eingeklammelter Zahl beziehen sich auf die Fälle, wo nur die Griffelzahl erhöht ist.

blattkreis eine geringere Anzahl Glieder hat als die Blütenregion, ist ein seltener Fall. Auf 1589 Blüten mit dem Diagramm 5. 4. 4. 4. 4. kommen nur 38 mit dem Diagramm 3. 4. 4. 4. 4. Ähnlich verhält es sich mit den Kelchblättern. Dagegen scheint der Kronblattkreis die ausgesprochene Tendenz zu besitzen, rudimentär zu werden. Neben Blüten, denen bloß eine Petale fehlt, treten häufig solche auf, bei denen 2, 3 oder gar alle Kronblätter geschwunden sind¹⁾. Wir haben hier die Diagramme:

4. 4. 3. 4. 4. 4	5. 5. 0. 5. 5. 5	5. 4. 1. 4. 4. 4	5. 5. 2. 5. 4. 4
4. 4. 2. 4. 4. 4	5. 5. 1. 5. 5. 5	5. 4. 2. 4. 4. 4	6. 4. 1. 5. 4. 4
4. 4. 1. 4. 4. 4	5. 5. 2. 5. 5. 5	5. 4. 3. 4. 4. 4	6. 4. 2. 4. 4. 4
4. 4. 0. 4. 4. 4	5. 5. 3. 5. 5. 5	5. 5. 1. 5. 4. 4	6. 5. 1. 5. 5. 5

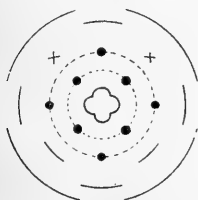


Fig. 4.

Diagramm 4. 4. 2. 4. 4. 4.

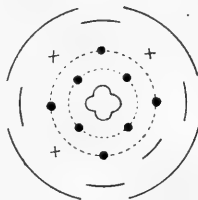


Fig. 5.

Diagramm 4. 4. 1. 4. 4. 4.

und viele andere (Fig. 4, 5). Bei manchen Sprossen ist indes die Reduktion nicht vollständig, sondern die Petalen sind bloß verkleinert auf $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{3}$ oder es ist an der Basis der Staubblätter ein winziger, eben noch erkennbarer Stummel vorhanden.

In den beiden Staubblattwirteln ist die Rückbildung noch seltener als in den Perigonkreisen. Dies steht damit im Zusammenhang, daß die Staubblätter viel eher isoliert stehen, als Kelch- und Kronblätter.

Beim Karpellkreis betrifft die Reduktion entweder bloß die Griffel oder auch die Fruchtfächer. Die Rückbildung geht meist bloß bis zur Dreizahl und nie über die Zweizahl hinaus (4. 4. 4. 4. 4. 2).

Um noch die allgemeinen Verhältnisse der Vermehrung und Verminderung in den verschiedenen Wirteln anschaulich zur Darstellung zu bringen, ist in Tabelle I das Ergebnis von 11269 Zählungen wieder-

¹⁾ Häufig auch von Deves (3) beobachtet, z. B.: 5. 5. 2. 8. 4, 5. 4. 1. 7. 4 und 5. 4. 2. 9. 4.

Tabelle I. Variabilität in den verschiedenen Wirteln.

	Gliederzahl											Mittelwert
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Laubblätter	—	—	—	311	8454	2319	176	9	—	—	—	4,21
Kelchblätter	—	—	—	272	10430	547	18	2	—	—	—	4,03
Kronblätter	6	21	36	579	10404	221	5	3	—	—	—	3,96
Kelchstaubblätter	—	—	1	130	10141	903	78	13	3	—	—	4,08
Kronstaubblätter	—	—	4	299	10516	421	22	6	1	—	—	4,01
Karpelle	—	—	3	184	10571	477	21	2	—	—	1	4,03

gegeben. Wir erhalten allenthalben eingipflige Variabilitätskurven mit einem steilen Maximum über 4. Da die Tendenz zur Vermehrung wie gesagt diejenige zur Verminderung überwiegt, so ist der rechte Ast der Kurve stärker entwickelt, und der Mittelwert liegt über 4. Eine Ausnahme macht bloß der Kronblattkreis. Hier überwiegen entsprechend der starken Neigung zur Reduktion die unterzähligen Individuen die überzähligen um das Dreifache. Die Zahl der abweichenden Quirle erreicht beim Laubblattkreis mit 25% ihr Maximum. Daran schließt sich mit 10% der Quirl der Kelchstaubblätter an.

Interessant ist ein Vergleich mit den Zählungen, die Henslow und Vogler angestellt haben (17, 46). Ich verzichte hier auf Wiedergabe der Einzelheiten, und stelle nur die von mir berechneten Mittelwerte in einer Tabelle zusammen (Tabelle II). Die Übereinstimmung

Tabelle II.

Quirlzahlen	Stark, Oberrheingebiet, 11 269 Individuen	Henslow, Cambridge, 1500 Individuen	Vogler, St. Gallen, 1200 Individuen
Laubblätter	4,21	4,21	4,26
Kelch	4,03	4,01	4,06
Krone	3,96	3,99	4,05
Staubgefäße	8,09	8,06	8,16
Karpelle	4,03	4,02	4,04

zwischen meinen Werten und denen von Henslow ist ganz auffallend. Voglers Werte sind durchweg höher und dabei macht sich eine fortschreitende Abnahme der Beträge von außen nach innen bemerkbar

Vor allem ist von einer Tendenz der Krone zur Reduktion wie auch bei Magnin nichts zu sehen¹⁾.

e) Verwachsung.

Wir scheiden hier von Verwachsung alle jene Fälle aus, wo gleichartige Organe seitlich miteinander in Zusammenhang treten. Tatsächlich läßt sich ja die Frage diskutieren, ob es sich bei den oben besprochenen Gabelungen mitunter nicht um Spaltungen, sondern um Verschmelzungen handelt. Eine solche dürfte jedenfalls bei den Diagrammen vorliegen, die vom Vierer- zum Dreiertypus führen, wie

3. 3. 3. $3\frac{1}{2}$. 3. 3, 3. 3. 3. $3\frac{1}{2}$. 4. 4., 3. 3. 3. 4. $3\frac{1}{2}$. 4 usw.

Denn zweifellos kommt der Dreiertypus durch die Verwachsung je eines Organpaares in jedem Quirl der tetrameren Ausgangsform zustande, worauf zahlreiche Übergangsphasen hinweisen.

Nach Ausschluß dieser Fälle bleibt noch ein kleiner Rest übrig, bei dem sich die Verwachsung auf ungleichwertige Organe erstreckt. Am häufigsten begegnen wir dieser Erscheinung im Doppelkreis der Kron- und Kronstaubblätter. Hier kommt es vor, daß das Kronblatt auf halbe Länge mit dem vor ihm stehenden Staubblatt verwachsen ist. Die gemeinsame Basis spaltet sich in zwei Zipfel, von denen der äußere grün und petalenartig ist, während der innere normale Staubbeutel trägt. Indes kommt es auch vor, daß der äußere Zipfel ebenfalls ein oder zwei Staubbeutel aufweist. Hier ist also das Kronblatt offenbar im Sinne der Antherenbildung beeinflusst, eine Erscheinung, die wohl mit der Verwachsung im Zusammenhang steht²⁾.

Verwachsungen seltener Art sind die, wo Glieder des Perigonkreises oder Filamente mit den Karpellen verschmelzen³⁾.

II. Änderungen des Diagramms.

Alle die besprochenen Änderungen können nicht bloß einzeln auftreten, sondern in der mannigfachsten Weise miteinander kombiniert. In einem Kreis kann Vermehrung, im anderen Verminderung erfolgen,

¹⁾ Da allenthalben die Vierersprosse nicht vollständig ausgezählt wurden, kommen beim Vergleich nur die relativen Werte in Betracht.

²⁾ Einen entsprechenden Fall beschreibt Magnin (32).

³⁾ Verwachsungen von Antheren mit Karpellen beobachtete auch Magnin. Die Staubfäden endeten in diesem Fall in griffelartige Bildungen, die violett gefärbt waren, aber noch Pollen trugen.

Überzähligkeit kann sich mit Gabelung kombinieren usw. Es handelt sich dann eben um eine zufällige, d. h. beziehungslose Häufung lokaler Abweichungen. Davon scharf zu unterscheiden sind die Fälle, wo das Diagramm in gesetzmäßiger Weise geändert wird, wo ein ganzer Zyklus eine abnorme Ausbildung erfährt, ein Quirl ausfällt oder eingefügt wird oder neue Symmetrietypen zum Durchbruch gelangen, Über diese Erscheinungen soll hier kurz berichtet werden.

a) Qualitative Änderungen von Quirlen.

Unter qualitativer Veränderung von Quirlen begreifen wir eine solche, wo ein Blütenkreis durchweg abnorme Ausbildung im Sinne einer Metamorphose erfährt.

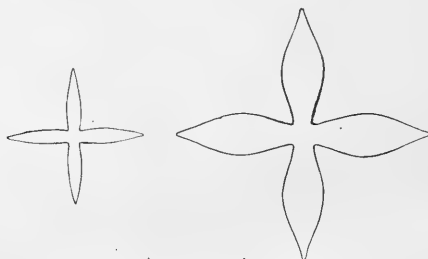


Fig. 5a. Links normaler, rechts laubblattartiger Kelch ($1/2$ verkl.).

Hierher gehört vor allem der Fall, daß die Kelchblätter samt und sonders laubblattähnlich ausgebildet werden. Dieser Fall ist mir zum ersten Mal im Dögginger Wald (Baar) begegnet, hier aber gleich in einer Fülle von Exemplaren. Diese Individuen sehen recht seltsam aus. Von der Ferne möchte es scheinen, als ob zwei Etagen von Laubblättern vorhanden wären, eine größere und eine kleinere. Erst bei näherem Zusehen zeigt sich, daß der zweite, obere Kreis durch die abnorm vergrößerten Kelchblätter vorgetäuscht wird. Die Sepalen sind oval verbreitert, netzadrig und erreichen bis 3 cm Länge bei 1 cm Querdurchmesser (Fig. 5a). Bemerkenswert ist, daß solche Sprosse gewöhnlich in größeren Gruppen beisammen stehn. Das gilt vom Dögginger Wald, und in derselben Weise auch vom Schönberg, wo ich später derselben Erscheinung begegnete. In der Literatur sind solche Fälle scheinbar nicht erwähnt, doch möchte ich darauf hinweisen, daß sich im

Berliner Herbar zahlreiche entsprechende Belegexemplare finden, die von Al. Braun in der Karlsruher Gegend gesammelt wurden.

Zu den qualitativen Änderungen gehört auch die Vergrünung der Antheren. Daß einzelne Staubblätter häufig petaloide Gestaltung erfahren, wurde schon erwähnt. Derselbe Prozeß zieht aber vielfach auch das gesamte Androeceum in Mitleidenschaft, so daß die Blüte total vergrünt erscheint. Auch hier verdient wieder Beachtung, daß solche Spröss gewöhnlich in größerer Gesellschaft beisammenstehn. Es treten einzelne Rudel von Individuen auf, die sich ausschließlich aus vergrüntem Exemplaren zusammensetzen. Da solche Rudel sich zumeist durch vegetative Vermehrung von einem einzigen Sproß ableiten, so kann man — wie auch bei der laubblattartigen Ausbildung des Kelches — annehmen, daß die Tendenz zu bestimmten Variationen bei der Rhizomzerteilung erhalten bleibt (Fig. 6).

Vergrünung beobachtete Al. Braun auch bei Sprossen im botanischen Garten zu Freiburg (nach Belegexemplaren im Berliner Herbar). Hier ist die Erscheinung vielleicht durch Kultur bedingt. Nach Kirchner (19) soll Vergrünung bei der Einbeere und infolge von Insektenstichen auftreten.

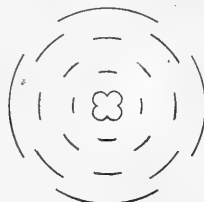


Fig. 6. Vergrünte Blüte.

b) Spiralige Auflösung von Quirlen.

Ein typischer Fall von spiraliger Auflösung der Quirle trat nur einmal zutage. Hier ging der Laubblattkreis kontinuierlich in den Kelchquirl über; die Laubblätter waren einzeln am Stengel verteilt und wurden nach der Spitze zu mehr und mehr sepaloid. In ähnlicher Weise verlief der Übergang von den Sepalen zu den Petalen und von diesen wieder zu den Antheren; überall ein schrittweises Ineinanderfließen der Formgestaltung.

Für diejenigen Blütenmorphologen, die eine Ableitung des Quirltypus von dem Spiraltypus annehmen, sind solche Durchbrechungen der Norm natürlich phylogenetisch bedeutungsvoll und als Atavismen zu werten.

c) Einschaltung neuer Quirle.

Vom eben geschilderten Typus nicht scharf zu unterscheiden sind jene Formen, bei denen zwischen den Kelchblättern und Kronblättern

einzelne Zwischenbildungen unregelmäßig eingeschaltet sind, die, genau in der Mitte zwischen Sepalen und Petalen inseriert, ebenfalls eine Anthere vor sich tragen. Da wie gesagt in solchen Blüten eine große Unregelmäßigkeit herrscht, so ist die Aufstellung und Würdigung derartiger Diagramme sehr schwierig und ich will mich darauf beschränken, hier einige Typen anzuführen. Wir erhalten anstatt der 6 Zahlen 8; 2—4 entsprechen dem Perigon, 5—7 den Antheren (Fig. 7, 8):

3. 3. 1. 3. 3. 1. 3. 3	4. 4. 1. 4. 4. 1. 4. 4	4. 4. 3. 4. 5. 3. 4. 4
3. 3. 1. 3. 4. 2. 3. 4	4. 4. 2. 4. 4. 3. 4. 5	4. 4. 3. 4. 5. 4. 4. 6
3. 3. 1. 3. 4. 3. 4. 5		7. 7. 2. 7. 9. 2. 7. 10

Neben diesen unregelmäßigen Einfügungen treten aber auch ganz gesetzmäßige auf, und zwar handelt es sich um eine Veränderung des

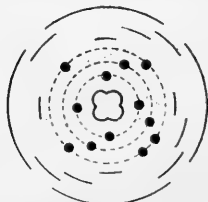


Fig. 7.

Diagramm 4. 4. 3. 4. 5. 3. 4. 4.

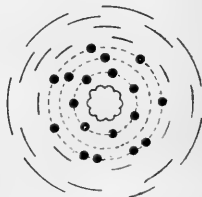


Fig. 8.

Diagramm 7. 7. 2. 7. 9. 2. 7. 10.

Kelchstaubblattkreises. Nicht zu selten beobachtet man Blüten, in denen sich sämtliche Kelchstaubblätter in tangentialer Richtung gespalten haben, so daß jede Sepale zwei hintereinander stehende Staubgefäße trägt. Wir gelangen damit zu folgendem Diagramm:

4. 4. 4. 4. 4. 4. 4. 4 (Fig. 9).

Einmal beobachtete ich ein verzweigtes Rhizom, bei dem drei Sprosse dieselbe Abnormität zeigten; auch in Kultur ist diese Erscheinung bei zwei miteinander in Verbindung stehenden Sprossen gleichzeitig aufgetreten, ohne daß ich in der Lage wäre, einen besonderen äußeren Faktor dafür verantwortlich zu machen.

In anderen Kreisen fand ich eine solche Verdoppelung nicht, doch erwähnt Eichler (7) einen Fall, wo ein besonders üppig entwickeltes Exemplar einen doppelten Karpidenkreis aufwies.

d) Ausschaltung eines Quirls.

Die Ausschaltung wurde bisher bloß bei den Kronblättern beobachtet, hier aber zu wiederholten Malen. Es wurde schon darauf hingewiesen, daß gerade bei diesem Zyklus die Tendenz zur Verminderung vorhanden ist, und dies führt eben im extremen Fall zu totaler Ausschaltung des Petalenkreises, wie eine solche für das Subgenus *Demi-dovia* bezeichnet ist¹⁾. (4. 4. 0. 4. 4. 4., 5. 5. 0. 5. 5. 5, Fig. 10.)

e) Verdoppelung der Kelchstaubblätter durch seitliche Spaltung.

Wie der Petalenkreis die Neigung zur Reduktion aufweist, so besitzen die Kelchstaubblätter eine starke Tendenz zur Vermehrung. Auf-

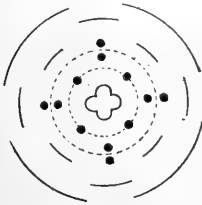


Fig. 9.

Diagramm 4. 4. 4. 4. 4. 4. 4.

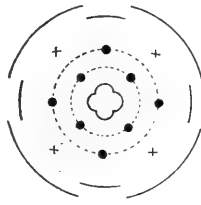


Fig. 10.

Diagramm 4.4.0.4.4.4.

spaltung aller Kelchstaubblätter durch tangentielle Teilung, die zu dem Diagramm 4. 4. 4. 4. 4. 4 führt, wurde schon erwähnt. Hier handelt es sich aber um die Erscheinung, daß die Spaltung* in seitlicher Richtung erfolgt, daß also im Endeffekt jede Sepale zwei nebeneinanderstehende Staubblätter trägt. Wir gelangen somit von den Übergangsgliedern: 3. 3. 3. 4. 3. 3, 3. 3. 3. 5. 3. 3 und 4. 4. 4. 5. 4. 4, 4. 4. 4. 6. 4. 4, 4. 4. 4. 7. 4. 4 zu den beiden Endstadien:

3. 3. 3. 6. 3. 3 und 4. 4. 4. 8. 4. 4 (Fig. 11)

die wieder regelmäßig radiär gestaltet sind.

¹⁾ Nach Krafft spielen bei der Apetalie von *Stellaria media* schlechte Ernährungsverhältnisse eine gewisse Rolle. Daß in unserem Falle an eine solche Deutung nicht gedacht werden kann, beweisen Diagramme wie 5. 5. 0. 5. 5. 5, die also im allgemeinen überzählig sind (22).

f) Veränderung der Tetramerie.

Normalerweise sind alle Quirle von *Paris quadrifolia* tetramer. Daß diese Regel häufig in einzelnen Zyklen durchbrochen wird, wurde oben besprochen. Sehr häufig zeigen nun die verschiedenen Kreise die Tendenz, gleichsinnig zu variieren. So kommen dann regelmäßig trimere und pentamere Sprosse zustande. Das Diagramm 3. 3. 3. 3. 3. 3 begegnete mir 78 Mal, 5. 5. 5. 5. 5. 5 137 Mal. Ein durchweg hexamerer Sproß trat nur dreimal auf. Das liegt daran, daß bei hochzähligen Individuen sehr leicht lokale Störungen eintreten. Durchgehende Heptamerie fehlt nach den bisherigen Befunden, doch traf ich einmal einen fünfblättrigen Sproß mit vollständig heptamerer Blüte (5. 7. 7. 7. 7. 7) an (Fig. 12, 13).

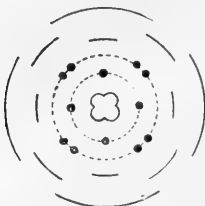


Fig. 11.

Diagramm 4. 4. 4. 8. 4. 4.

g) Änderung der Symmetrieverhältnisse.

Schon durch die oben aufgeführten lokalen Veränderungen wird der radiäre Bau der Blüte in mannigfacher Weise geändert. Hier sollen nur zwei Fälle erwähnt werden, wo durch tiefergreifende Verschiebungen eine neue Gleichgewichtslage der Blütenorgane angestrebt wird. Die

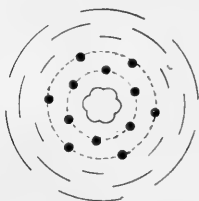


Fig. 12.

Diagramm 6. 6. 6. 6. 6. 6.

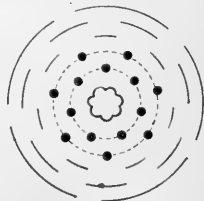


Fig. 13.

Diagramm 5. 7. 7. 7. 7. 7.

beiden Exemplare stammten vom Schönberg und wiesen bloß zwei Karpelle auf. Dazu gesellte sich aber die Erscheinung, daß die Blütenorgane derartig gegeneinander verrückt waren, daß der radiäre Blütenbau in bilaterale Symmetrie überging, und zwar waren zwei ungleichwertige Symmetrieebenen vorhanden. Dieser Zustand wurde dadurch erreicht, daß die Blätter des Perigons und die Antheren nach zwei

gegenüberliegenden Polen auseinanderrückten. Besser als durch Worte ist dies durch die beigegebenen Diagramme (Fig. 14, 15) zu veranschaulichen. Diese Abnormität verdient deshalb unsere besondere Beachtung, weil dadurch ein in der ganzen Ordnung der Liliifloren fehlender Bauplan erzielt wird. Offenbar haben wir es hier mit einer innerlich bedingten Bildungsabweichung zu tun. Dies muß deshalb hervorgehoben werden, weil mitunter durch phototropische Einflüsse Stellungseinflüsse zustande kommen, die aber nicht von einer Reduktion des Karpellkreises begleitet sind. So habe ich bei einem am Waldsaum (Schönberg) wachsenden Sproß beobachtet, wie sich alle Organe der Laub- und Blütenregion bis auf diejenigen, die der Lichtseite direkt opponiert lagen, dem hellen Pol zukehrten. Damit wurde die Blüte zygomorph (Fig. 16).

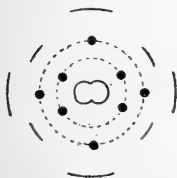


Fig. 14.



Fig. 15.

Fig. 14 und 15 Diagramm 4. 4. 4. 4. 2.
Veränderte Symmetrieverhältnisse.
(Stellung der Staubgefäße!)

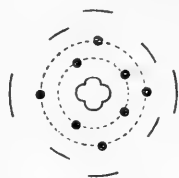


Fig. 16.

Stellungsverhältnisse durch
einseitiges Licht verändert.
(Licht kommt von rechts.)

Hier würde natürlich mit einer Veränderung der Lichtlage sofort eine Neuorientierung eintreten. Ich erwähne diese Erscheinung bloß deshalb, weil bisher bei Blüten nichts Analoges beobachtet worden zu sein scheint.

Kap. II. Die Korrelationen zwischen den verschiedenen Quirlen.

Wie aus den vorigen Ausführungen hervorgeht, kommen Veränderungen der Quirlzahlen sowohl in einzelnen Kreisen vor, als auch in vollständig durchgreifender Weise, so daß ein neues Diagramm zustande kommt. Diese beiden Extreme sind aber durch zahlreiche Brücken miteinander verbunden. Mit diesen Verhältnissen wollen wir uns hier näher beschäftigen. Eine derartige Betrachtung ist besonders deshalb

von Bedeutung, weil die statistische Bearbeitung des Materials ergeben hat, daß die verschiedenen auftretenden Typen nicht etwa in rein zufälliger Verteilung gegeben sind, sondern daß hier unverkennbare Gesetzmäßigkeiten herrschen. Diese sind es, denen wir hier im einzelnen nachgehen wollen.

Zunächst wäre da die Frage zu untersuchen, ob zwischen der Zahl der Laubblätter und jener der Blütenquirle irgendeine Beziehung besteht. Daß dem tatsächlich so ist, geht schon aus den Angaben Henslows, Voglers und Magnins zur Genüge hervor. Um aber exakte Daten zu gewinnen, stellen wir die von uns gefundenen Werte zu einer Korrelationstabelle zusammen. Wir betrachten der Einfachheit halber bloß die Beziehung zwischen Laub- und Kelchblättern (Tabelle III). Als Grundlage für die Statistik diene das Material der verschiedenen oberrheinischen Standorte. Das Material ist also verschiedener Herkunft, jedoch würde jede Teilstatistik eines einzelnen Standorts genau dasselbe Bild liefern. Es ist noch zu bemerken, daß die nicht vierblättrigen Sprosse möglichst vollzählig, die Vierersprosse dagegen bloß mit Auswahl gesammelt wurden. Bei Berücksichtigung des gesamten Materials wären die Mittelwerte durchweg niedriger ausgefallen, jedoch hätte sich das gegenseitige Verhältnis der einzelnen Quirle, auf das es uns hier ja ankommt, nicht in wesentlicher Weise verschoben.

Die Tabelle III redet eine deutliche Sprache. Sie zeigt nämlich, daß Kelch- und Laubblätter zwar nicht in eindeutiger Weise einander

Tabelle III. Korrelation zwischen Laub- und Kelchblättern.

Zahl der Laubblätter	Zahl der Kelchblätter					Zahl der Individuen	Mittel- wert
	3	4	5	6	7		
3	204	94	12	1	—	311	3,39
4	54	8378	19	3	—	8454	4,00
5	14	1845	458	1	1	2319	4,18
6	—	111	55	10	—	176	4,43
7	—	2	3	3	1	9	5,33

zugeordnet sind, daß aber trotzdem eine enge Korrelation besteht, und zwar derart, daß bei den niederen Laubblattzahlen auch die niederen Kelchblattzahlen vorherrschen, und daß mit der Laubblattzahl auch die Kelchblattzahl regelmäßig zunimmt. Während sich die Zahl der Laub-

blätter von 3 zu 7 erhebt, steigen die zugeordneten Mittelwerte des Sepalenquirls von 3,39 zu 5,33 an. Die Schwankungen besitzen demgemäß eine engere Amplitude, und da dies auch für die übrigen Blütenkreise zutrifft, so können wir der Feststellung Magnins beipflichten, daß die Blüte sich durch eine größere Konstanz auszeichnet.

Natürlich kann man auch, wenn man will, die Beziehung der Laubblätter zu jedem andern Blütenkreis feststellen, ich will mich aber darauf beschränken, hier lediglich in einer zusammenfassenden Tabelle (IV) die Mittelwerte wiederzugeben. Die einzelnen Daten finden sich im Anhang

Tabelle IV. Korrelation zwischen Laub- und Blütenkreisen.

Zahl der Laubblätter	Mittlere Zahl der Kelchblätter	Mittlere Zahl der Kronblätter	Mittlere Zahl der Kelchstaubblätter	Mittlere Zahl der Kronstaubblätter	Mittlere Zahl der Karpelle
3	3,39	3,25	3,89	3,40	3,81
4	4,00	3,97	4,03	4,01	4,00
5	4,18	4,00	4,29	4,12	4,13
6	4,43	4,01	4,51	4,28	4,30
7	5,33	4,67	5,89	4,89	5,44

(Tabelle XVII—XX) und beziehen sich allenthalben auf dieselben 11269 Einzelsprosse. In allen Quirlen findet sich derselbe Anstieg, nur bei den Kronblättern fallen drei Werte sehr nahe zusammen, und zwar deshalb, weil die Korrelation hier durch die den Petalen innewohnende Tendenz zur Reduktion gestört ist. Sonst aber ist das Bild im wesentlichen dasselbe.

Auf Grund dieser Erfahrungen erscheint es keineswegs verwunderlich, daß sich innerhalb der Blütenregion selbst noch festere Verknüpfungen ergeben. Es kann hier natürlich nicht unsere Aufgabe sein, alle möglichen Korrelationstabellen anzuführen. Ich beschränke mich vielmehr auf drei Beispiele.

Die Beziehung zwischen Kelch- und Kelchstaubblättern erläutert Tabelle V. Die Erklärung ist kaum notwendig. Wir sehen, wie sich mit dem Anstieg von 3 zu 7 Kelchblättern der Kurvengipfel für die Kelchstaubblätter ebenfalls von 3 über 4, 5 und 6 nach 7 verschiebt; gleichzeitig erhebt sich der Mittelwert stufenweise von 3,70 zu 7,00. Darin gibt sich die enge Zugehörigkeit der Kelchstaubblätter zu den Petalen kund. Tatsächlich erreicht hier die Korrelation ihren vollendetsten Ausdruck.

Tabelle V. Korrelation zwischen Kelch- und Kelchstaubblättern.

Zahl der Kelchblätter	Zahl der Kelchstaubblätter							Zahl der Individuen	Mittlere Zahl der Kelchstaubblätter
	2	3	4	5	6	7	8		
3	—	127	107	31	6	1	—	272	3,70
4	—	1	10029	344	44	9	3	10430	4,04
5	—	2	5	528	12	—	—	547	5,01
6	1	—	—	—	16	1	—	18	5,83
7	—	—	—	—	—	2	—	2	7,00

Nicht ganz so schön liegen die Verhältnisse bei den Kron- und Kronstaubblättern, wenigstens bei den niederen Kronblattzahlen. Aber gerade um dieser Unregelmäßigkeit willen habe ich die Tabelle (VI) an-

Tabelle VI. Korrelation zwischen Kron- und Kronstaubblättern.

Zahl der Kronblätter	Zahl der Kronstaubblätter							Zahl der Individuen	Mittlere Zahl der Kronstaubblätter
	2	3	4	5	6	7	8		
0	—	—	3	3	—	—	—	6	(4,50)
1	—	2	14	5	—	—	—	21	(4,14)
2	—	5	25	6	—	—	—	36	(4,03)
3	4	281	259	28	1	—	—	579	3,53
4	—	11	10209	168	13	3	—	10404	4,02
5	—	—	6	211	4	—	—	221	4,99
6	—	—	—	—	4	1	1	5	6,20
7	—	—	—	—	—	2	1	3	7,33

geführt. Die mittlere Zahl der Kronstaubblätter für 0, 1 und 2 Kronblätter liegt nicht, wie man erwarten könnte, unter dem Mittelwert für 3 Petalen (3,53), sondern durchweg beträchtlich höher. Das liegt wiederum daran, daß wir es bei so weitgehender Reduktion der Kronblätter mit einer besonderen, vom übrigen Blütenbau unabhängigen Erscheinung zu tun haben. Erst von der Dreierklasse an treten normale Verhältnisse ein, und hier ist dann auch die Korrelation in vollem Maße verwirklicht. Dies ergibt sich sowohl bei Betrachtung der Kurven Gipfel wie auch der Mittelwerte, die Schritt für Schritt von 3,53—7,33 anwachsen.

Schließlich seien hier noch die Zahlen für Kronstaubblätter und Griffel angeführt. Etwas Besonderes ist über Tabelle VII nicht zu sagen. Wir finden wiederum denselben Anstieg bei Kurvengriffeln und Mittelwerten.

Tabelle VII. Korrelation zwischen Kronstaubblättern und Karpellen.

Zahl der Kronstaub- blätter	Zahl der Karpelle							Zahl der Individuen	Mittlere Zahl der Karpelle
	2	3	4	5	6	7	10		
2	—	1	3	—	—	—	—	4	(3,75)
3	—	166	97	32	3	1	—	299	3,58
4	3	16	10414	78	5	—	—	10516	4,01
5	—	1	51	364	5	—	—	421	4,77
6	—	—	5	10	7	—	—	22	5,09
7	—	—	1	3	—	1	1	6	6,00
8	—	—	—	—	1	—	—	1	6,00

Wir haben bisher die Vorgänge nur in großen Zügen betrachtet, ohne des Näheren auf die einzelnen Blütendiagramme einzugehen. Diese Lücke ist im folgenden noch auszufüllen. Dabei wollen wir zunächst von einem konkreten Fall ausgehen, dem Übergang vom Vierer- zum Fünftypus (4. 4. 4. 4. 4: 4 → 5. 5. 5. 5. 5). Zwischen Ausgangspunkt und Endpunkt liegen naturgemäß eine ganze Menge Zwischenglieder, bei denen bloß 1—5 Kreise pentamer geworden sind. Da taucht für uns die Frage auf: Treten alle die nach der Variationsrechnung möglichen Stadien etwa in gleicher Anzahl auf oder gibt sich darin eine bestimmte Gesetzmäßigkeit zu erkennen. Darüber soll das folgende Schema Auskunft geben (Tabelle VIII). Darin sind alle möglichen Zwischendiagramme eingetragen und die Zahl der auftretenden Fälle beigefügt. Es zeigt sich nun, daß etwa die Hälfte der Diagramme überhaupt nicht verwirklicht wird, daß andere nur ganz spärlich vertreten sind und daß sich die erdrückende Mehrzahl der Fälle auf ganz bestimmte Typen beschränkt.

Als zweite hervorstechende Gesetzmäßigkeit ist zu konstatieren, daß die rechte Seite der Tabelle viel stärker vertreten ist als die linke. 191 Diagramme beginnen mit 4, 2029 mit 5. Diese Tatsache können wir dahin interpretieren, daß die Neigung zur Überzähligkeit im Laubblattquirl am größten ist und daß die Zunahme der Gliederzahl in der Blütenregion zumeist erst dann erfolgt, wenn der Laubblattkreis pentamer geworden ist.

Tabelle VIII. Übergang vom Vierer- zum Fünftypus.

4. 4. 4. 4. 4	(9083)	5. 4. 4. 4. 4	1614
4. 4. 5	15	4. 4. 5	9
4. 5. 4	15	4. 5. 4	5
4. 5. 5	5	4. 5. 5	2
5. 4. 4	115	5. 4. 4	142
5. 4. 5	7	5. 4. 5	8
5. 5. 4	4	5. 5. 4	3
5. 5. 5	5	5. 5. 5	2
4. 4. 5. 4. 4	0	5. 4. 5. 4. 4	2
4. 4. 5	0	4. 4. 5	0
4. 5. 4	3	4. 5. 4	1
4. 5. 5	3	4. 5. 5	1
5. 4. 4	1	5. 4. 4	0
5. 4. 5	0	5. 4. 5	0
5. 5. 4	0	5. 5. 4	0
5. 5. 5	1	5. 5. 5	0
4. 5. 4. 4. 4	0	5. 5. 4. 4. 4	2
4. 4. 5	0	4. 4. 5	0
4. 5. 4	0	4. 5. 4	0
4. 5. 5	0	4. 5. 5	0
5. 4. 4	2	5. 4. 4	130
5. 4. 5	1	5. 4. 5	5
5. 5. 4	4	5. 5. 4	5
5. 5. 5	5	5. 5. 5	93
4. 5. 5. 4. 4	0	5. 5. 5. 4. 4	0
4. 4. 5	0	4. 4. 5	0
4. 5. 4	0	4. 5. 4	0
4. 5. 5	0	4. 5. 5	0
5. 4. 4	0	5. 4. 4	2
5. 4. 5	0	5. 4. 5	1
5. 5. 4	0	5. 5. 4	2
5. 5. 5	5	5. 5. 5	(161)
191 (+ 9083)		2029 (+ 161)	

Betrachten wir nun die rechte Seite etwas genauer, so ergeben sich hier sehr deutlich folgende Maxima

5. 4. 4. 4. 4	1614
5. 4. 4. 5. 4. 4	142
5. 5. 4. 5. 4. 4	130
5. 5. 4. 5. 5. 5	93
(5. 5. 5. 5. 5. 5)	161

1979 = 98% der Fälle.

Auf diese vier Maxima fallen ca. 98% aller Individuen. Wir können danach feststellen: Die Vermehrung erstreckt sich in erster Linie auf den Laubblattkreis (5. 4. 4. 4. 4. 4). Dann schließt sich nicht etwa der Kelchquirl an — das Diagramm 5. 5. 4. 4. 4. 4 erscheint bloß zweimal! — sondern es folgen zunächst die Kelchstaubblätter (5. 4. 4. 5. 4. 4)

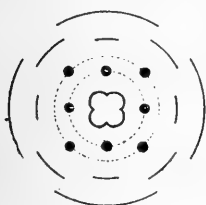


Fig. 17.

Diagramm 4. 4. 4. 4. 4. 4.

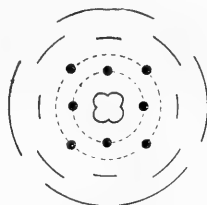


Fig. 18.

Diagramm 5. 4. 4. 4. 4. 4.

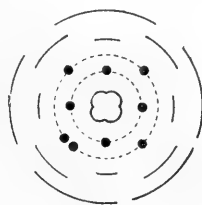


Fig. 19.

Diagramm 5. 4. 4. 5. 4. 4.

und dann erst der Kelch (5. 5. 4. 5. 4. 4). Daran reihen sich die Kronstaubblätter gleichzeitig mit den Karpellen (5. 5. 4. 5. 5. 5), und zu allerletzt ergreift die Vermehrung die Kronblätter, womit der Prozeß beendet ist (5. 5. 5. 5. 5. 5). (Fig. 17—22.)

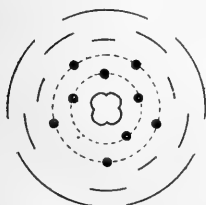


Fig. 20.

Diagramm 5. 5. 4. 5. 4. 4.

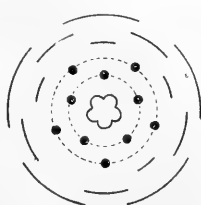


Fig. 21.

Diagramm 5. 5. 4. 5. 5. 5.

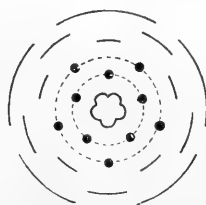


Fig. 22.

Diagramm 5. 5. 5. 5. 5. 5.

Aus dem geschilderten Entwicklungsgang wird verständlich, daß Diagramme, bei denen die Zahl der Perigonblätter diejenige der zugehörigen Staubblätter übertrifft, fast vollständig fehlen. Die einzigen derartigen Fälle sind 5. 4. 5. 4. 4. 4 und 5. 5. 4. 4. 4. 4, die je zweimal auftreten.

Wenden wir uns nunmehr der linken Seite der Tabelle zu, so fällt auf, daß wir hier eigentlich bloß ein ausgeprägtes Maximum zu verzeichnen haben, nämlich über 4. 4. 4. 5. 4. 4. Das entspricht genau einem Maximum auf der rechten Seite. Die übrigen häufiger zu erwartenden Diagramme sind zwar alle vertreten, aber nur in spärlicher Anzahl. Das hängt eben damit zusammen, daß die Vermehrung der Blütenquirle in der Regel an eine solche des Laubblattkreises geknüpft ist. Bloß der Kreis der Kelchstaubblätter mit seiner ausgesprochenen Neigung zur Überzähligkeit macht eine Ausnahme. Wir gelangen somit zur Reihe

4. 4. 4. 4. 4. 4	(9083)
4. 4. 4. 5. 4. 4	115
4. 5. 4. 5. 4. 4	2
4. 5. 4. 5. 5. 5	5
4. 5. 5. 5. 5. 5	5

127 = 66% der Fälle.

Daneben finden sich aber auch einige andere Typen in höherer Anzahl vor, so 4. 4. 4. 4. 4. 5 (15), 4. 4. 4. 4. 5. 4 (15) und 4. 4. 4. 4. 5. 5. (5). Diese Ausnahmen betreffen aber bloß die Kronstaubblätter und die Karpelle. Für die Perigonkreise bleiben unsere Betrachtungen zu Recht bestehen. Die vier Diagramme, die sich in unser Schema einfügen, machen 66% aus, die 27 andern bloß 34%.

Ganz dieselben Betrachtungen gelten von dem Übergang des Fünfer- zum Sechsertypus. Nur ist die Zahl der Fälle entsprechend geringer. Bloß ein Diagramm fällt aus dem Rahmen heraus (5. 5. 5. 5. 6. 5). Alle übrigen (33 von 34) gehören unserer Stufenleiter an:

5. 5. 5. 5. 5. 5	(161)	6. 5. 5. 5. 5. 5	24
5. 5. 5. 6. 5. 5	3	6. 5. 5. 6. 5. 5	4
5. 6. 5. 6. 5. 5	1	6. 6. 5. 6. 5. 5	0
5. 6. 5. 6. 6. 6	0	6. 6. 5. 6. 6. 6	1
5. 6. 6. 6. 6. 6	0	6. 6. 6. 6. 6. 6	(3)

Wir wenden uns nunmehr der Verminderung der Gliederzahl zu, das heißt, dem Übergang vom Vierer- zum Dreiertypus (Tabelle IX). Wir haben hier wieder ein zweigeteiltes Schema, je nachdem die Laubblattzahl 3 oder 4 ist. Diesmal zeigen aber die linke und die rechte Hälfte keine so starke Differenzen, das heißt, die Reduktion der Blüte vollzieht sich fast ebenso leicht bei drei- und vierblättrigen Sprossen. Auf jeder

Seite ergeben sich wieder wie beim Übergang von der Tetramerie zur Pentamerie deutliche Lücken und Maxima. Greifen wir die Etappen heraus, die uns auch bei der Entwicklung zum Fünftertypus begegnet sind, so erhalten wir die Reihe:

3. 3. 3. 3. 3. 3	(82)	4. 3. 3. 3. 3. 3	14
3. 3. 3. 4. 3. 3	29	4. 3. 3. 4. 3. 3	24
3. 4. 3. 4. 3. 3	4	4. 4. 3. 4. 3. 3	4
3. 4. 3. 4. 4. 4	10	4. 4. 3. 4. 4. 4	152
3. 4. 4. 4. 4. 4	39	4. 4. 4. 4. 4. 4	(9083)
<hr/>		<hr/>	
82 = 52%		194 = 84%	

Ein Blick in das Hauptschema erweist aber, daß zahlreiche Ausnahmen bestehen, und daß vor allem die dritte Stufe (3. 4. 3. 4. 3. 3 und 4. 4. 3. 4. 3. 3) nicht als eigentlicher Gipfel anzusehen ist. Diese Ausnahmen bestehen im wesentlichen aber alle darin, daß das Nachbarglied mit anderer Karpellzahl ebenfalls stark vertreten ist und für die dritte Stufe sogar einen Gipfel bedeutet. Wir müssen die Reihe daher durch folgende Glieder ergänzen,

3. 3. 3. 3. 3. 4	16	4. 3. 3. 3. 3. 4	2
3. 3. 3. 4. 3. 4	25	4. 3. 3. 4. 3. 4	6
3. 4. 3. 4. 3. 4	5	4. 4. 3. 4. 3. 4	15
<hr/>		<hr/>	
46 = 29%		23 = 9%	

Dieselbe Erscheinung ist übrigens schon beim Fortschritt zur Pentamerie zu verzeichnen. Dort haben wir die Nebenreihe:

4. 4. 4. 4. 4. 5	15	5. 4. 4. 4. 4. 5	9
4. 4. 4. 5. 4. 5	7	5. 4. 4. 5. 4. 5	8
4. 5. 4. 5. 5. 4	4	5. 5. 4. 5. 5. 4	5
<hr/>		<hr/>	
26		22	

Alle sonstigen Diagramme sind selten und machen bloß 19 bezw. 7% aus. Fälle, bei denen die Perigonblattzahl diejenige des zugehörigen Antherenkreises übertrifft, fehlen fast vollständig. Wir kommen darnach fast zu denselben Folgerungen wie beim Anstieg der Tetramerie zur Pentamerie. Setzen wir das Diagramm 3. 3. 3. 3. 3. 3, das dem Trilliumtypus entspricht, als Ausgangspunkt, dann können wir folgende Regeln aufstellen: Der Übergang zum Vierertypus vollzieht sich auf zwei Linien, je nachdem der Laubblattquirl dreizählig bleibt oder gleich ein viertes Laubblatt eingefügt wird. Die Einschaltung in der Blütenregion erfolgt in beiden Fällen zuerst im Kreis der Kelch-

Tabelle IX. Übergang vom Vierer- zum Dreiertypus.

3. 3. 3. 3. 3. 3	(82)	4. 3. 3. 3. 3. 3	14
3. 3. 4	16	3. 3. 4	2
3. 4. 3	5	3. 4. 3	0
3. 4. 4	2	3. 4. 4	1
4. 3. 3	29	4. 3. 3	24
4. 3. 4	25	4. 3. 4	6
4. 4. 3	0	4. 4. 3	0
4. 4. 4	9	4. 4. 4	1
3. 3. 4. 3. 3. 3	4	4. 3. 4. 3. 3. 3	0
3. 3. 4	0	3. 3. 4	0
3. 4. 3	0	3. 4. 3	0
3. 4. 4	3	3. 4. 4	0
4. 3. 3	0	4. 3. 3	0
4. 3. 4	0	4. 3. 4	2
4. 4. 3	0	4. 4. 3	0
4. 4. 4	3	4. 4. 4	1
3. 4. 3. 3. 3. 3	0	4. 4. 3. 3. 3. 3	0
3. 3. 4	0	3. 3. 4	0
3. 4. 3	0	3. 4. 3	0
3. 4. 4	0	3. 4. 4	0
4. 3. 3	4	4. 3. 3	4
4. 3. 4	5	4. 3. 4	17
4. 4. 3	1	4. 4. 3	3
4. 4. 4	10	4. 4. 4	152
3. 4. 4. 3. 3. 3	0	4. 4. 4. 3. 3. 3	0
3. 3. 4	0	3. 3. 4	0
3. 4. 3	0	3. 4. 3	0
3. 4. 4	0	3. 4. 4	0
4. 3. 3	0	4. 3. 3	0
4. 3. 4	0	4. 3. 4	1
4. 4. 3	2	4. 4. 3	4
4. 4. 4	39	4. 4. 4	(9083)
157 (+ 82)		232 (+ 9083)	

staubblätter, dann folgt ein Kelchblatt, dann ein Kronstaubblatt und schließlich ein Kronblatt. Bis dahin ist die Übereinstimmung mit dem Übergang zum Fünftertypus vollständig. Nur hinsichtlich der Karpelle bestehen kleine Differenzen. Während dort nämlich das fünfte Karpell zumeist erst gleichzeitig mit dem Kronstaubblatt erschien (5. 5. 4. 5. 4. 4 → 5. 5. 4. 5. 5. 5), tritt es hier vielfach schon in früheren Phasen auf. Wir bekommen daher als typische Reihen (Fig. 23—28):

3. 3. 3. 3. 3. 3	(82)	4. 3. 3. 3. 3. 3	14
3. 3. 3. 4. 3. 3	29	4. 3. 3. 4. 3. 3	24
3. 3. 3. 4. 3. 4	25	4. 3. 3. 4. 3. 4	6
3. 4. 3. 4. 3. 4	5	4. 4. 3. 4. 3. 4	17
3. 4. 3. 4. 4. 4	10	4. 4. 3. 4. 4. 4	152
3. 4. 4. 4. 4. 4	39	4. 4. 4. 4. 4. 4	(9083)
108 = 71%		213 = 92%	

Wir könnten übrigens unserer Stufenfolge noch eine andere Formulierung zuteil werden lassen. Aus den bisherigen Angaben folgt, daß zwischen einem Perigonkreis und dem zugeordneten Staubblattkreis eine enge Beziehung besteht. Während Diagramme wie 4. 5. 5. 4. 4. 4, 4. 4. 4. 5. 5. 4, 4. 5. 4. 4. 5. 4, 4. 4. 5. 5. 4. 4 selten sind oder fehlen, treten solche, in denen die zugeordneten Glieder des Kelch-Kelchstaubblattkreises und des Kron-Kronstaubblattkreises gleichzeitig variieren, sehr häufig auf. Wir können daher unser Schema folgendermaßen anschreiben:

$$\begin{array}{c} 4. \quad 4. \quad 4. \\ 4. \quad 4. \quad 4. \end{array}$$

Dabei bedeuten die oberen Zahlen die Perigonquirle, die darunterstehenden die koordinierten Staubblattquirle. Unsere Stufenfolge kann nun so gefaßt werden: Zuerst variiert der Laubblattquirl, dann folgt in zwei Etappen der Doppelkreis der Kelch- und Kelchstaubblätter, dann entsprechend jener der Kron- und Kronstaubblätter und mit ihnen jener der Karpelle; oder:

$$\begin{array}{ccccccc} 4. & 4. & 4. & \rightarrow & 5. & 4. & 4. & \rightarrow & 5. & 4. & 4. & \rightarrow & 5. & 4. & 4. & \rightarrow & 5. & 4. & 5. & \rightarrow & 5. & 5. & 5. \\ 4. & 4. & 4. & & 4. & 4. & 4. & & 5. & 4. & 4. & & 5. & 4. & 4. & & 5. & 5. & 5. & & 5. & 5. & 5. \end{array}$$

Das heißt, die Zunahme erfolgt im großen und ganzen von außen fortschreitend nach innen, und nur innerhalb der einzelnen Doppelkreise geht das akropetal stehende Glied voran. Entsprechend ist der Übergang zum Sechsertypus:

$$\begin{array}{ccccccc} 5. & 5. & 5. & \rightarrow & 6. & 5. & 5. & \rightarrow & 6. & 5. & 5. & \rightarrow & 6. & 5. & 5. & \rightarrow & 6. & 5. & 6. & \rightarrow & 6. & 6. & 6. \\ 5. & 5. & 5. & & 5. & 5. & 5. & & 6. & 5. & 5. & & 6. & 5. & 5. & & 6. & 5. & 6. & & 6. & 6. & 6. \end{array}$$

Sowohl beim Übergang von der Tetramerie zur Pentamerie, wie auch von der Pentamerie zur Hexamerie gibt es dazu noch eine Doppelreihe, welche in der Blütenregion dieselben Glieder enthält, während der Laubkreis vier- bzw. fünfzählig bleibt. Beim Übergang vom Dreier- zum Vierertypus ist diese Nebenreihe sehr stark entwickelt, so daß wir unserem Schema die Form geben müssen:

3. 3. 3. 3 → 4. 3. 3. 3 → 4. 3. 3. 3 → 4. 3. 3. 4 → 4. 3. 4 → 4. 4. 3. 4 → 4. 4. 4. 4
 3. 3. 3. 3 → 4. 3. 3. 3 → 4. 3. 3. 4 → 4. 3. 4 → 4. 4. 3. 4 → 4. 4. 4. 4
 3. 3. 3. 3 → 4. 3. 3. 4 → 4. 3. 4 → 4. 4. 3. 4 → 4. 4. 4. 4
 3. 4. 3. 3 → 3. 3. 4 → 3. 4. 3. 4 → 3. 4. 4. 4. 4

Auch hier erfolgt der Übergang akropetal; nur die Karpelle machen eine Ausnahme; bei ihnen erfolgt die Vermehrung gleichzeitig mit den Kelchstaubblättern. Sie eilen also dem inneren Doppelkreis voran.

Unsere Betrachtung verlangt nach verschiedener Richtung noch eine Ergänzung. Die Vermehrung kann auch in der Weise erfolgen, daß ein Glied übersprungen wird. So kann in seltenen Fällen der Dreiertypus direkt in den Fünftertypus übergehen. Auch dieser Prozeß erfolgt in der geschilderten Weise. Dies ergibt sich aus folgender Übersicht, die alle beobachteten Diagramme enthält.

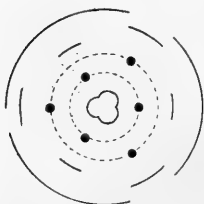


Fig. 23.

Diagramm 3. 3. 3. 3. 3. 3.

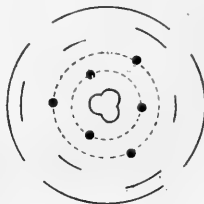


Fig. 24.

Diagramm 4. 3. 3. 3. 3. 3.

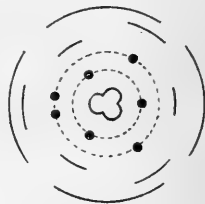


Fig. 25.

Diagramm 4. 3. 3. 4. 3. 3.

3. 3. 3. 3. 3. 3	82	5. 3. 3. 3. 3. 3	6
(3. 3. 3. 3. 3. 5	7)	(5. 3. 3. 3. 3. 5	1)
3. 3. 3. 5. 3. 3	11	5. 3. 3. 5. 3. 3	2
3. 3. 3. 5. 3. 5	4	5. 3. 3. 5. 3. 5	0
(3. 5. 3. 5. 3. 3	0)	(5. 5. 3. 5. 3. 3	1)
3. 5. 3. 5. 3. 5	1	5. 5. 3. 5. 3. 5	1
3. 5. 3. 5. 5. 5	0	5. 5. 3. 5. 5. 5	16
3. 5. 5. 5. 5. 5	4	5. 5. 5. 5. 5. 5	161.

Das sind lauter Fälle, die dem Schema angehören oder die sich nur durch die Karpellzahl von der typischen Durchgangsstufe unterscheiden. Ähnlich liegen die Verhältnisse beim Übergang vom Vierer- zum Sechsertypus. Neben vier atypischen Diagrammen haben wir hier:

4. 4. 4. 4. 4. 4	(9083)	6. 4. 4. 4. 4. 4	16
4. 4. 4. 6. 4. 4	20	6. 4. 4. 6. 4. 4	1
4. 4. 4. 6. 4. 6	0	6. 6. 4. 6. 4. 6	1
4. 6. 6. 6. 6. 6	1	6. 6. 6. 6. 6. 6	(3).

Zu diesen Fällen gesellen sich nun noch solche, wo Laubblattquirl und Blütenquirl einem verschiedenen Typus folgen, wo also der Laubblattquirl eine bestimmte Gliederzahl besitzt, während die Blütenkreise zwischen zwei anderen Werten schwanken. So kann, um nur ein Beispiel zu erwähnen, der Laubkreis trimer sein, während die Blütenkreise zwischen 4 und 5 variieren. Natürlich bestehen hier, wenn wir den Dreier- bis Sechsertypus in Betracht ziehen, sehr viele Kombinationsmöglichkeiten, sie sind indes in größerer Menge nur für manche Mischtypen zutage getreten, und nur diese sollen hier angeführt werden:

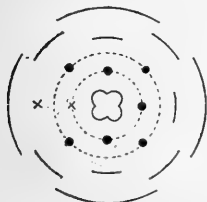


Fig. 26.

Diagramm 4. 4. 3. 4. 3. 4.

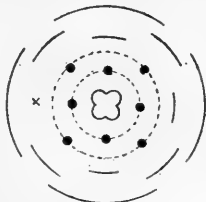


Fig. 27.

Diagramm 4. 4. 3. 4. 4. 4.

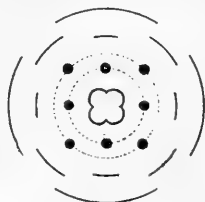


Fig. 28.

Diagramm 4. 4. 4. 4. 4. 4.

3. 4. 4. 4. 4. 4	38
3. 4. 4. 5. 4. 4	10
3. 5. 4. 5. 4. 4	0
3. 5. 4. 5. 5. 5	2
3. 5. 5. 5. 5. 5	4
(sonstige)	7)
5. 3. 3. 3. 3. 3	6
5. 3. 3. 4. 3. 3	5
(5. 4. 3. 4. 3. 3	0)
5. 4. 3. 4. 3. 4	1
5. 4. 3. 4. 4. 4	33
5. 4. 4. 4. 4. 4	1589
(sonstige)	2)

4. 3. 3. 3. 3. 3	14
4. 3. 3. 5. 3. 3	5
(4. 5. 3. 5. 3. 3	0)
4. 5. 3. 5. 3. 5	1
4. 5. 3. 5. 5. 5	2
4. 5. 5. 5. 5. 5	5
(sonstige)	1)
6. 4. 4. 4. 4. 4	96
6. 4. 4. 5. 4. 4	10
6. 5. 4. 5. 4. 4	7
6. 5. 4. 5. 5. 5	6
6. 5. 5. 5. 5. 5	24
(sonstige)	5)

Die bisherigen Befunde zeigen, daß unserem Schema eine allgemeine Bedeutung zukommt, daß also innere oder äußere Faktoren dahin wirken müssen, daß von den außerordentlich zahlreichen möglichen Diagrammen immer nur ein ganz bestimmter kleiner Prozentsatz in größerer Anzahl realisiert wird.

Schließen wir alle bisher besprochenen Diagramme aus, so bleibt noch ein kleiner Rest übrig, der sich dadurch auszeichnet, daß wir kein bestimmtes Schema aufstellen können. Sie beruhen offenbar darauf, daß zu den gesetzmäßigen Wandlungen lokale Variationen hinzutreten, die das normale Bild verschleiern. Hierher gehören vor allem jene Fälle, wo der Karpellkreis seine eigenen Wege geht, wo die Kronblätter von den geschilderten Reduktionsprozessen betroffen werden oder wo endlich die Tendenz der Antheren zur Spaltung bemerkbar wird. Es sind das Diagramme wie:

3. 6. 2. 6. 4. 4	5. 4. 2. 5. 4. 4	5. 5. 3. 6. 4. 4	6. 5. 1. 6. 4. 5
4. 4. 4. 7. 6. 5	5. 4. 4. 6. 4. 5	5. 4. 1. 5. 4. 4	6. 5. 2. 5. 4. 3
4. 5. 3. 5. 6. 6	5. 5. 1. 5. 4. 4	6. 5. 1. 5. 4. 5	6. 5. 3. 5. 4. 5 usw.

Solche Unregelmäßigkeiten findet man hauptsächlich bei Sprossen, die im allgemeinen eine hohe Quirlzahl aufweisen, bei denen also schon von vornherein das Gleichgewicht in stärkerem Maße gestört ist.

Zum Schluß wird es sich noch empfehlen, ganz kurz unsere Resultate mit denen anderer Autoren zu vergleichen. Da ist zunächst zu erwähnen, daß die von Henslow gefundenen Diagramme im wesentlichen mit den unsrigen übereinstimmen, vor allem hinsichtlich der Haupttypen. Es mögen hier zum Beleg nur jene Fälle angeführt werden, die den Dreier- und Vierertypus, bezw. den Vierer- und Fünfertypus miteinander verbinden.

4. 3. 3. 3. 3. 3	1	5. 4. 4. 4. 4. 4	194
4. 3. 3. 4. 3. 3	2	5. 4. 4. 5. 4. 4	31
4. 3. 3. 4. 3. 4	3		
4. 4. 3. 4. 3. 4	2	5. 5. 4. 5. 4. 4	11
4. 4. 3. 4. 4. 4	2	5. 5. 4. 5. 5. 5	1
4. 4. 4. 4. 4. 4 (1164)		5. 5. 5. 5. 5. 5	6
sonstige	2	sonstige	7

Es gehören also fast sämtliche Diagramme unserer Reihe an. Auch der Fundpunkt Magnins (Umgebung von Lyon) liefert in der Hauptsache dasselbe Bild. So verteilen sich die Verbindungsglieder der Tetramerie zur Pentamerie folgendermaßen:

Hauptreihe		Nebenreihe ¹⁾		Sonstige
5. 4. 4. 4. 4. 4	214	5. 4. 4. 4. 4. 5	4	8 Exemplare.
5. 4. 4. 5. 4. 4	17	5. 4. 4. 5. 4. 5	1	
5. 5. 4. 5. 4. 4	44	5. 5. 4. 5. 4. 5	2	
5. 5. 4. 5. 5. 5	0	5. 5. 4. 5. 5. 4	4	
5. 5. 5. 5. 5. 5	41	5. 5. 5. 5. 5. 4	3	

Die Maxima treten also bis auf eines (5. 5. 4. 5. 5. 5) sehr scharf hervor. Immerhin fällt den von uns beobachteten Variationen gegenüber auf, daß 1. die Tendenz der Petalen zur Reduktion anscheinend fehlt und vielmehr eine Neigung zur Überzähligkeit festzustellen ist, 2. daß dagegen häufig die Kronstaubblätter mit vermindeter Gliederzahl erscheinen (4. 4. 4. 4. 3. 4, 4. 4. 4. 4. 2. 4, 4. 4. 4. 4. 2. 3) und 3. daß die Karpelle häufig hinter der Gliederzahl der übrigen Blütenquirle zurückbleiben (5. 5. 5. 5. 5. 4). Diese Tatsachen wirken dahin zusammen, daß die Quirlzahlen vielfach von außen nach innen fortschreitend abnehmen, wohlgemerkt ohne die von uns zu Hilfe genommene Umgruppierung zu Doppelkreisen.

Dieser Gegensatz erscheint bei dem von Vogler untersuchten Standort von St. Gallen noch verstärkt, wie folgende Übersicht zeigt (43):

Hauptreihe		Nebenreihe		Sonstige	
5. 4. 4. 4. 4. 4	182	5. 4. 4. 4. 4. 5	1	5. 5. 4. 4. 4. 4	9
5. 4. 4. 5. 4. 4	0	5. 4. 4. 5. 4. 5	0	5. 5. 5. 4. 4. 4	3
5. 5. 4. 5. 4. 4	8	5. 5. 4. 5. 4. 5	2		
5. 5. 4. 5. 5. 5	1	5. 5. 4. 5. 5. 4	2		
5. 5. 5. 5. 5. 5	43	5. 5. 5. 5. 5. 4	4		

Die bei uns nur in verschwindender Anzahl (3 von 2029) auftretenden Typen 5. 5. 4. 4. 4. 4 und 5. 5. 5. 4. 4. 4 machen hier einen großen Teil sämtlicher Varianten aus, während eines unserer häufigsten Diagramme (5. 4. 4. 5. 4. 4) ganz fehlt und ein anderes (5. 5. 4. 5. 5. 5) nur einmal sich vorfindet. So wird verständlich, wenn Vogler sagt, daß die Tendenz zur Vermehrung von den Laubblättern nach den Karpellen zu ständig abnimmt. Offenbar herrschen an seinem Standorte andere Verhältnisse als an dem unsrigen, und für ihn ergibt sich als typisch die Reihe:

5. 4. 4. 4. 4. 4	182
5. 5. 4. 4. 4. 4	9
5. 5. 4. 5. 4. 4	8
5. 5. 5. 5. 5. 4	4
5. 5. 5. 5. 5. 5	43.

¹⁾ Unterscheidet sich von der Hauptreihe bloß durch Karpellzahl.

Kap. III. Über die Ursachen der Blütenvariationen.

Wir haben in den beiden vorstehenden Kapiteln die verschiedenen Blütenvariationen besprochen, ohne uns darüber Aufschluß zu geben, in welcher Weise sie zustande kommen. Daß irgend eine Gesetzmäßigkeit hinter den geschilderten Erscheinungen stehen muß, geht ja aus den Angaben des letzten Kapitels deutlich hervor. Es wäre daher nur noch nachzutragen, ob sich die Faktoren herausarbeiten lassen, auf denen die nach bestimmter Richtung gehenden Variabilitäterscheinungen beruhen.

Über die qualitativen Änderungen ist da nicht viel Besonderes zu sagen. Auffällig ist, daß manche Abnormitäten fast stets gesellig erscheinen. Es wurde schon darauf hingewiesen, daß laubblattartige Ausbildung des Kelchs meist in ganzen Rudeln auftritt, so daß über ein bestimmtes Areal hin fast alle Sprosse diese Erscheinung zeigen. Das gilt sowohl vom Dögginger Standort wie auch vom Schönberg. Ob es aber innere oder äußere Anlässe sind, welche dieser Wandlung zugrunde liegen, dafür bieten sich noch keine Anhaltspunkte. Jedoch scheint die Tatsache, daß gewisse seltene Bildungsabweichungen (Apetalie, Verdoppelung des Antherenkreises durch tangentielle Spaltung) vielfach an mehreren Sprossen ein und desselben Rhizoms erscheinen, während benachbarte Rhizome normal ausgebildete Sprosse tragen, eher auf innere Ursachen hinzuweisen. Jedenfalls kann die Apetalie nicht wie bei *Stellaria media* (Krafft) eine Folge der Unterernährung sein, da sie auch bei sonst pentameren Individuen zutage tritt. Wie die Verlaubung des Kelches, so erscheinen auch Vergrünung der Blüte und Überzähligkeit der Karpelle meistens bei ganzen Kolonien, die sich möglicherweise von einem Rhizom ableiten.

Greifbarere Resultate erhalten wir, wenn wir uns den Änderungen der Quirlzahlen zuwenden. Hier hat die kausale Analyse schon einige Erfolge gezeitigt, über die im folgenden berichtet werden soll.

I. Ernährungsfaktoren.

Die nächstliegende Vermutung ist die, daß die Änderung der Quirlzahl mit den Ernährungsverhältnissen im Zusammenhang steht¹⁾.

¹⁾ Auf einen Zusammenhang zwischen den Gliederzahlen der Blütenkreise und der Ernährung wiesen schon zahlreiche Autoren hin, wie Goebel, Klebs, Losch⁴ Vogler usw. (17, 20, 30, 47). Experimentelle Daten geben Krafft, Reinöhl und de Vries (22, 33, 48/49).

Daß dies für den Laubblattquirl zutrifft, wurde in der früheren Arbeit eingehend erwiesen. Die Zahl der Laubblätter ist direkt ein Maßstab dafür, ob die Bedingungen günstig oder ungünstig sind; tatsächlich schwankt die mittlere Quirlzahl von Boden zu Boden und erreicht ihr Maximum auf fruchtbarem Mergel. Daß dieselben Beziehungen auch für die Blütenquirle gelten, ist von vornherein wahrscheinlich, aber doch durch nähere Untersuchungen exakt zu ermitteln. Da muß nun zunächst erwähnt werden, daß gerade der Standort, der entsprechend seiner günstigen Bodenbeschaffenheit den höchsten Mittelwert für den Laubblattquirl zeigt, der Schönberg, ausgezeichnet ist durch das Auftreten sehr hochzähliger Blütendiagramme. So treffen wir gerade hier Typen, die sonst fehlen, wie:

4. 6. 6. 6. 6. 6	5. 7. 7. 7. 7. 7	6. 6. 5. 6. 5. 5	7. 6. 5. 6. 5. 5
5. 5. 5. 5. 6. 5	6. 6. 4. 6. 4. 6	6. 6. 5. 6. 6. 6	7. 4. 5. 6. 5. 5
5. 5. 5. 6. 5. 5	6. 6. 4. 6. 5. 4	6. 6. 6. 6. 6. 6	7. 6. 5. 6. 6. 6

Auf der andern Seite sind es gerade die Standorte mit magerem Untergrund, wo \pm trimere Blüten dominieren. Das gilt besonders von Wolfartsweier (s. Tabelle XII, Anhang). Man vergleiche nur die Gegenüberstellung²⁾:

	Wolfartsweier	Schönberg
3. 3. 3. 3. 3. 3	24	2
5. 5. 5. 5. 5. 5	5	62

Um aber feste Daten zu erhalten, müßte man bei den zu vergleichenden Standorten Zählungen derart durchführen, daß alle Individuen, also auch die Vierer vollständig berücksichtigt würden, weil bloß dann die Zahlen wirklich vergleichbar sind. Ich verfüge nur über zwei Serien, die dieser Bedingung entsprechen, eine vom Schönberg (1912) und eine von Wolfartsweier (1917). Es handelt sich hier zwar um verschiedene Jahrgänge, aber nach meinen Feststellungen kann der Unterschied der mittleren Quirlzahlen, der sich in der Statistik kundgibt, nicht auf diesem Umstand beruhen, sondern ist wirklich den Ernährungsverhältnissen zuzuschreiben. Ich gebe im folgenden bloß die Werte für die Kelchzahlen; bei den übrigen Quirlen würde die Differenz in derselben Weise hervortreten.

Aus Tabelle X geht hervor, daß auf dem Standort mit fruchtbarem Mergelboden (Schönberg) die mittlere Sepalenzahl einen sehr hohen Wert (4,35) erreicht, während sie auf dem mageren Untergrund von Wolfarts-

²⁾ Hier sind alle Dreier- und Fünfersprosse ausgezählt.

Tabelle X. Zahl der Kelchblätter auf gutem und schlechtem Boden.

Standort	Zahl der Kelchblätter					Zahl der Individuen	Mittlere Zahl der Kelchblätter
	3	4	5	6	7		
Schönberg . .	7	2397	152	10	1	2667	4,35
Wolfartsweiler .	35	1184	10	—	—	1229	3,98

weiter (Röth des Buntsandstein) hinter 4,00 zurückbleibt, weil hier die Minusvarianten dominieren.

Daß bei einer eingehenden Untersuchung sich für die übrigen Standorte eine entsprechende Abstufung ergeben würde, folgt aus dem Umstand, daß ganz allgemein hohe Sepalenzahl mit hoher Laubblattzahl korrelativ verknüpft ist, und *mutatis mutandis* gilt dies auch für die andern Quirle der Blütenregion. Deshalb mag das eine Beispiel genügen.

Nach Vogler soll der Einfluß der Ernährungsverhältnisse noch weiter reichen. Er soll sich nicht darin erschöpfen, daß auf schlechten Böden die unterzähligen, auf guten die überzähligen Diagramme den Sieg davontragen, sondern auch innerhalb der einzelnen Diagramme selbst sollen die Schwankungen durch Änderungen in der Nährstoffzufuhr bedingt sein. So würde ein Diagramm wie 5. 5. 5. 4. 4. 4 auf eintretenden Mangel an Baustoffen zurückzuführen sein. Vogler selbst stellt diese Deutung ausdrücklich bloß als Vermutung hin, und tatsächlich stößt sie auf gewichtige Bedenken. In Diagrammen wie 5. 3. 3. 5. 3. 5 oder 6. 4. 4. 6. 4. 4 müßte man ein rhythmisches Schwanken des Ernährungszustandes annehmen, und zwar zu einer Zeit, wo die noch embryonalen Organe dicht gedrängt beieinander liegen. Diese Vorstellung an sich schon bereitet Schwierigkeiten; ganz unverständlich aber bleibt die Tatsache, daß nur ganz bestimmte Diagramme realisiert werden, während nach der Voglerschen Auffassung ein jedes beliebige gleich möglich sein müßte, da ja die Ernährungsschwankungen zufälliger Natur sind.

II. Die Raumverhältnisse am Vegetationspunkt.

Die angeführten Bedenken nötigen uns, die Lösung in einer anderen Richtung zu suchen, die indes schon von Vogler angedeutet wird. Es muß nämlich die räumliche Verteilung der Organe am Vegetationspunkt berücksichtigt werden. Nehmen wir an, daß die Größe der Organ-

anlagen in bestimmter Weise begrenzt ist und nicht unbedingt der Größe des Vegetationspunkts proportional geht, dann wird gute Ernährung zur Folge haben, daß im Laubblattquirl ein oder zwei Anlagen mehr Platz finden, daß also fünf oder sechs Laubblätter erscheinen. Damit ist der erste Schritt für eine weitere Entwicklung angebahnt; es ist verständlich, wie die Tendenz zur Vermehrung weiter besteht und auf einen fünfzähligen Laubblattquirl eine völlig pentamere Blüte folgt. Wir gelangen damit zum regulären Fünftypus (5. 5. 5. 5. 5.). Die Erfahrung zeigt aber, daß dieses Schlußglied der Entwicklung nur in manchen Fällen erreicht wird, und daß sogar die Mehrzahl der Individuen auf der Stufe 5. 4. 4. 4. 4 stehen bleibt. Die erbliche Tendenz zur Tetramerie, die in der Blüte ja stärker wirkt als im Laubblattkreis, siegt über das durch die Ernährungsverhältnisse erzeugte Bestreben, ein überzähliges Glied einzuschalten, und es bleibt eine Lücke bestehen. Aber die Kluft zwischen den beiden Diagrammen 5. 4. 4. 4. 4 und 5. 5. 5. 5. 5 wird durch bestimmte Zwischenglieder überbrückt. Wir erhalten, wenn wir die S. 267 gegebene Schreibweise benutzen, die Entwicklungslinie:

$$\begin{array}{ccccccc} 4. & 4. & 4. & 4 \rightarrow 5. & 4. & 4. & 4 \rightarrow 5. & 5. & 4. & 4 \rightarrow 5. & 5. & 4. & 5 \rightarrow 5. & 5. & 5. & 5 \\ 4. & 4. & 4. & 4 \rightarrow 5. & 4. & 4. & 4 \rightarrow 5. & 5. & 4. & 4 \rightarrow 5. & 5. & 5. & 5 \rightarrow 5. & 5. & 5. & 5 \end{array}$$

wobei wie gesagt die beiden oberen Zahlen die Perigonkreise, die beiden unteren die zugeordneten Staubgefäßkreise bedeuten.

Darnach können wir den Prozeß in folgender Weise beschreiben.

Bestimmte Ernährungsverhältnisse verursachen, daß der Laubblattkreis überzählig wird (4. 4. 4. 4. 4. 4 \rightarrow 5. 4. 4. 4. 4. 4). In der Mehrzahl der Fälle bleibt dabei die Blüte tetramer. Mitunter aber wird der Doppelkreis Kelch-Kelchstaubblätter in Mitleidenschaft gezogen. Die durch das überzählige Laubblatt erzeugte Lücke wird entweder durch Bildung eines neuen Staubblatts oder eines Staubblatts + Kelchblatt ausgewertet (5. $\frac{4. 4.}{5. 4.}$ 4 und 5. $\frac{5. 4.}{5. 4.}$ 4), während der innere Doppelkreis

Kron-Kronstaubblätter unberührt bleibt. Man hätte vielleicht vom baumechanischen Standpunkt aus erwarten können, daß zunächst auf den Laubblattkreis die benachbarten Sepalen treten, daß also an Stelle von 5. $\frac{4. 4.}{5. 4.}$ 4 das Diagramm 5. $\frac{5. 4.}{4. 4.}$ 4, das tatsächlich bei Vogler das häufigste Zwischenglied darstellt, erschiene. Dazu ist aber zu bemerken, daß das Diagramm 5. $\frac{4. 4.}{5. 4.}$ 4 wahrscheinlich bloß ein verkapptes 5. $\frac{5. 4.}{5. 4.}$ 4

ist. In vielen Fällen ließ sich nämlich beobachten, daß das eine Kelchblatt, vor dem zwei Antheren stehen, wesentlich breiter ist und mehr Nerven besitzt als die anderen. Wir haben es hier also mit nicht vollendeter Spaltung oder mit nachträglicher Verschmelzung zu tun, denn Schumann hat beobachtet, daß gerade bei solchen Diagrammen in jugendlichen Phasen Verwachsung der gepaarten Anlagen eintritt. Wir können also die Vermutung aufstellen, daß ein solches breites Kelchblatt eigentlich zwei Sepalen entspricht. Wir können darnach den Satz aussprechen, daß sich an den Laubkreis als zweite Stufe der Doppelkreis der Kelchblätter und Kelchstaubblätter anschließt. Es folgt also auf den ersten Quirl der zweite und mit ihm verkoppelt der vierte, was bei der engen Beziehung zwischen Kelchblättern und zugehörigen Antheren durchaus verständlich ist. Im weiteren Verlauf treten nun die beiden Diagramme $\begin{smallmatrix} 5. 4. \\ 5. 5. \end{smallmatrix}$ 5 und $\begin{smallmatrix} 5. 5. \\ 5. 5. \end{smallmatrix}$ 5 in die Erscheinung; es folgt also der innere Doppelkreis und mit ihm die Karpelle nach. Auch hier hätte man wieder eine andere Stufenfolge vermuten und an Stelle von $\begin{smallmatrix} 5. 4. \\ 5. 5. \end{smallmatrix}$ 5 das Zwischenglied $\begin{smallmatrix} 5. 5. \\ 5. 4. \end{smallmatrix}$ 5 oder $\begin{smallmatrix} 5. 5. \\ 5. 4. \end{smallmatrix}$ 4 erwarten können. Denn bloß dann wäre die Entwicklung im wahrsten Sinn akropetal gewesen. Hier macht sich aber der Umstand bemerkbar, daß der Kronblattkreis infolge einer starken Tendenz rudimentär zu werden offenbar einer Vermehrung sehr stark widerstrebt und erst dann in den Umbildungsprozeß eintritt, wenn schon alle andern Quirle vorausgegangen sind. Vielleicht läßt sich hierfür wie auch für das Diagramm $\begin{smallmatrix} 4. 4. \\ 5. 4. \end{smallmatrix}$ 4 noch der Gesichtspunkt geltend machen, daß die Antheren als die wichtigeren Organe vor den zugehörigen Perigongliedern erscheinen.

Wenn wir aber von diesen Störungen absehen, dann können wir mit Vogler die Behauptung aussprechen, daß die Vermehrung akropetal fortschreitet, daß die durch Einschaltung eines Laubblattkreises geschaffenen Lücken nach und nach von Gliedern der Blütenregion eobert werden.

Eine Bestätigung findet unsere Betrachtungsweise darin, daß so selten teilweise oder völlig pentamer gestaltete Blüten bei vierblättrigen Sprossen angetroffen werden. Auf 2190 Sprosse mit fünf Laubblättern entfallen bloß 191 vierblättrige, die dann aber innerhalb der Blütenregion der Mehrzahl nach wieder unserem Schema folgen. Offenbar bereitet es mehr Schwierigkeiten, auf einen vierblättrigen Laubquirl durch

Einfügung von zwei Gliedern in eine Lücke eine pentamere Blüte folgen zu lassen (4. 5. 5. 5. 5. 5 bloß 5 mal!), als eine durch ein überzähliges Laubblatt entstandene Lücke leer stehen zu lassen (5. 4. 4. 4. 4. 4 1614 Mal!).

Was hier von dem Übergang des Vierer- in den Fünftypus gesagt wurde, gilt in derselben Weise von dem Fortschritt der Pentamerie zur Hexamerie, und auch von der Tetramerie zur Hexamerie. Immer hat der Laubquirl den Vortritt, dann folgt der alternierende Sektor mit Kelch- und Kelchstaubblättern und dann erst jener mit Kron- und Kronstaubblättern.

Den umgekehrten Weg geht die Reduktion, das heißt der Übergang von der Tetramerie zur Trimerie; sehen wir von der Verminderung der Karpelle ab, die zumeist mit Verspätung einsetzt und sich offenbar aus inneren Gründen noch in Diagrammen wie 3. 3. 3. 3. 4 häufig behauptet, dann betrifft der Rückgang zuerst den inneren Doppelkreis Kron-Kronstaubblätter. 4. $\begin{smallmatrix} 4. & 4. \\ 4. & 4. \end{smallmatrix}$ 4 gibt 4. $\begin{smallmatrix} 4. & 3. \\ 4. & 4. \end{smallmatrix}$ 4 und 4. $\begin{smallmatrix} 4. & 3. \\ 4. & 3. \end{smallmatrix}$ 4; dann

erst folgt der Sektor mit Kelch- und Kelchstaubblättern nach (4. $\begin{smallmatrix} 3. & 3. \\ 4. & 3. \end{smallmatrix}$ 3 und 4. $\begin{smallmatrix} 3. & 3. \\ 3. & 3. \end{smallmatrix}$ 3) und als letzter Schritt vollzieht sich der Schwund eines

Laubblatts (3. $\begin{smallmatrix} 3. & 3. \\ 3. & 3. \end{smallmatrix}$ 3). Nimmt man aber die Trimerie als Ausgangspunkt, dann lautet die Formulierung genau so wie bei dem Fortschritt von der Tetramerie zur Pentamerie, das heißt, die Vermehrung vollzieht sich akropetal; die durch Einfügung eines Laubblatts geschaffene Lücke wird sukzessiv ausgefüllt. Ein Blick auf die Tabelle IX könnte allerdings Anlaß zu Bedenken geben. Während nämlich vierblättrige Sprosse mit \pm pentamerer Blüte selten sind, gibt es sehr zahlreiche Übergangsphasen vom Dreier- zum Vierertypus, die nur drei Laubblätter aufweisen. Darüber ist aber dasselbe zu sagen wie über die Sepalen mit gepaarten Staubblättern. Die Trimerie des Laubquirls, die bei den Diagrammen 3. 3. 3. 3. 3 zweifellos echt ist, wird bei diesen Übergangsphasen häufig nur vorgetäuscht. Ein Laubblatt zeichnet sich gewöhnlich durch besondere Breite aus und empfängt aus dem Stengel mehr Gefäßbündelstränge als seine beiden Nachbarn. Es ist hier also der bevorstehende Spaltungsprozeß morphologisch schon angedeutet. Ferner mag hier mitwirken, daß die Konstanz im allgemeinen in der Blütenregion größer ist, daß also der Regel zuwider der Laubblattkreis infolge ungünstiger

Ernährung reduziert wird, während die Blüte ihren Normaltypus festzuhalten sucht (3. 4. 4. 4. 4 u. a.).

Durch die Raumverhältnisse ist es wohl auch bedingt, daß sich im allgemeinen bloß Typen mit benachbarten Quirlzahlen miteinander kombinieren, also 3 und 4, 4 und 5, 5 und 6, und daß Kombinationen des Dreier- und Fünfer- oder des Vierer- und Sechsertypus viel seltener sind; ferner gehört hierher die Tatsache, daß gänzlich unregelmäßige Diagramme mit starken Oszillationen der Quirlzahlen nur ganz vereinzelt erscheinen; denn hier bleiben auf der einen Seite am Vegetationspunkt größere Lücken bestehen, während andererseits in einen schmalen Zwischenraum mehrere Organanlagen eingezwängt werden müssen. Besonders der letztere Prozeß scheint auf Schwierigkeit zu stoßen. Das folgt aus dem Umstand, daß die Blütenregion bei hochzähligen Laubquirlen sehr häufig einem niederen Gliederzahltypus folgen kann, während das Umgekehrte nur ausnahmsweise eintritt. Das ergibt sich aus Tabelle XI, in der nur die Sprosse mit regelmäßiger Blüte berücksichtigt sind. Bloß die Dreier fallen etwas aus dem Rahmen heraus, doch wurde schon darauf hingewiesen, daß wir es hier öfters mit versteckter Spaltung im Laubquirl zu tun haben.

Tabelle XI.

Zahl der Laubblätter	Blüte trimer	Blüte tetramer	Blüte pentamer	Blüte hexamer
3	66	38	4	—
4	13	7949	5	1
5	6	1589	157	—
6	—	96	24	3
7	—	1	1	1

III. Beziehungen zwischen Quirlzahl und Anatomie.

Wir haben bisher die Beziehungen, die zwischen der Quirlzahl und der Zahl der Gefäßbündel bestehen, bloß gestreift und müssen auf diese Frage hier umso eher eingehen, als wahrscheinlich die Nährstoffzufuhr in erster Linie auf die Zahl der Gefäßbündelstränge und bloß indirekt auf die Quirlzahl einwirkt. Dazu müssen wir uns aber zunächst mit dem normalen Bau eines Vierersprosses vertraut machen. Der Stengel eines solchen enthält drei Kreise von Gefäßbündeln, von denen die beiden äußeren achtzählig sind; der innere ist vierzählig (Fig. 29, 31).

Das Schicksal der einzelnen Kreise ist folgendes: Je zwei äußere, kleine Stränge gehen in der Seitennervatur eines Laubblattes auf. Der mittlere Kreis bildet die Hauptnerven¹⁾ und sendet acht Abzweigungen nach der Blütenregion, die im Perigon und Androeceum endigen, und zwar erhält jeder der acht Sektoren ein Bündel. Ein Staubblatt und das zugehörige Perigonblatt sind daher an demselben Gefäßbündel inseriert. Die vier inneren Bündel endlich münden in den Karpellkreis. Wir können daher als Gefäßbündeldiagramm eines Vierersprosses angeben: 8. 8. 4. Ein völlig pentamerer Sproß dagegen besitzt mehr Gefäßbündel (Fig. 32). Die zwei äußeren Kreise sind zehn-, der innere fünfzählig. Ein Dreiersproß endlich besitzt den Bauplan: 6. 6. 3 (Fig. 30). Ferner ergab der anatomische Befund, daß die von uns geschilderten Zwischenphasen auch eine mittlere Gefäßbündelzahl aufweisen. So entspricht dem Diagramm 4. 4. 3. 4. 3. 3 die Stammstruktur 7. 7. 3, dem Diagramm 5. 5. 4. 5. 4. 4 meist 9. 9. 4 (Fig. 33, 34²⁾).

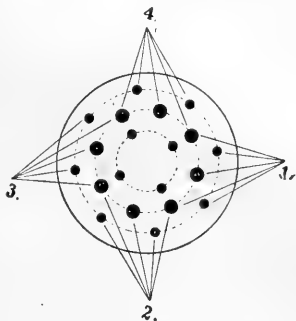


Fig. 29. Verteilung der Bündel in die vier Blätter.

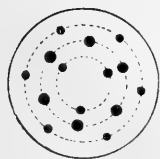


Fig. 30.

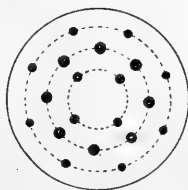


Fig. 31.

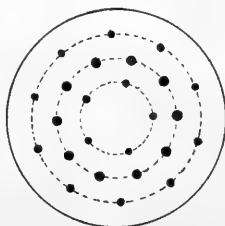


Fig. 32. Stammstruktur 10. 10. 5 (zu Diagramm 6. 5. 5. 5. 5. 5).

¹⁾ Jedes Laubblatt erhält aus dem mittleren Kreise ein großes Gefäßbündel als Mittelnerv, und von rechts und links ein durch Gabelung entstandenes halbes Gefäßbündel als Seitennerven (Fig. 29; vergl. auch lit. 6).

²⁾ Durch ein Versehen ist in Fig. 34 und 35 im innersten Kreis ein Glied zu viel eingezeichnet. Der Stammstruktur 9. 9. 5 würde ein Diagramm 5. 5. 4. 5. 4. 5 entsprechen. (Anmerkung während der Drucklegung.)

Darnach kommen wir zu folgender Feststellung: Die Quirlzahl steht in engem Zusammenhang mit der Zahl der Gefäßbündel. Der äußere Kreis schaltet freilich aus, weil er nur die kleinen Seitennerven der Laubblätter versorgt. Wird dagegen in den mittleren Kreis infolge günstiger Ernährungsverhältnisse ein Gefäßbündel eingeschaltet, dann erscheint ein überzähliges Laubblatt, das jedoch, weil es nur den halben Satz von Gefäßbündeln empfängt, gewöhnlich schmal ausfällt. Außerdem ermöglicht dieses überzählige Gefäßbündel die Einschaltung eines neuen Kelch-Kelchstaubblattsektors (Fig. 35). Wird in den mittleren Bündelkreis noch ein zweites Glied eingeschoben, dann erscheinen fünf gleichgestaltete Laubblätter, und außerdem folgt die Einschaltung eines fünften Kron-Kronstaubblattsektors nach. Die Blüte wird pentamer¹⁾. Die

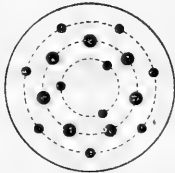


Fig. 33. Stammstruktur 7. 7. 3
(zu Diagramm 4. 4. 3. 4. 3. 3).

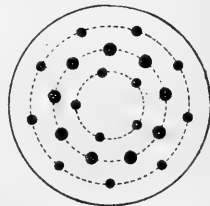


Fig. 34. Stammstruktur 9. 9. 4
(zu Diagramm 5. 5. 4. 5. 4. 4).

Berücksichtigung des Gefäßbündelsystems liefert uns also einen Schlüssel dafür, warum die Vermehrung sukzessiv erst den äußeren und dann den inneren Doppelkreis ergreift und warum die einander zugeordneten Glieder des Perigons und Androeceums die Tendenz zeigen, miteinander zu variieren, warum also Diagramme wie 5. 4. 5. 5. 4. 4 und ähnliche so äußerst selten sind. Und schließlich macht sie auch begreiflich, weshalb sich die Karpelle oft so schlecht in das Schema einfügen. Denn das Gynoeceum ist ja insofern unabhängig von der äußeren Blütenregion, als es sein eigenes Gefäßbündelnetz besitzt. Allerdings ist auch der innere Gefäßbündelkreis vom äußeren korrelativ abhängig, und so entspricht einem mittleren Gefäßbündelring von zehn Gliedern zumeist ein innerer mit fünf Bündeln. Auch hier sind die Raumverhältnisse von maßgebender Bedeutung.

¹⁾ Vergl. hierzu vor allem die Untersuchungen Murbecks über Rosaceen (31).

Wir können demnach folgende Beziehung zwischen Gefäßbündel- und Quirlzahl aufstellen:

6. 6. 3 \rightarrow 3. 3. 3. 3. 3. 3.

7. 7. 3 \rightarrow 4. 3. 3. 4. 3. 3 (bezw. 4. 4. 3. 4. 3. 3); oder 3. 4. 3. 4. 3. 3 mit einem breiten Laubblatt.

8. 8. 4 \rightarrow 4. 4. 4. 4. 4. 4 (oder 4. 4. 3. 4. 4. 4).

9. 9. 4 \rightarrow 5. 4. 4. 5. 4. 4 oder 5. 5. 4. 5. 4. 4 mit einem schmalen Laubblatt.

10. 10. 5 \rightarrow 5. 5. 4. 5. 5. 5 oder 5. 5. 5. 5. 5. 5.

7. 7. 4 \rightarrow 4. 3. 3. 4. 3. 4 oder 4. 4. 3. 4. 3. 4 oder 3. 3. 3. 4. 3. 4 mit einem breiten Laubblatt.

Es wäre nun noch die Häufigkeit des Diagramms 5. 4. 4. 4. 4. 4 zu erklären. Der Gefäßbündelstrang besitzt hier den Bauplan 9. 9. 4, also denselben wie 5. 5. 4. 5. 4. 4. Warum kommt es hier also nicht zur Bildung eines eingeschalteten Blütensektors? Die Antwort ist die, daß hier das überzählige Gefäßbündel meist vollständig in der Bildung der Blattnervatur aufgeht. Es sendet keinen Abzweiger nach oben und somit wäre für einen eingeschalteten Blütensektor keine Zuleitung vorhanden¹⁾. Es muß indes hervorgehoben werden, daß sich die Vorgänge keineswegs immer so streng schematisch gestalten, wie es bisher dargestellt wurde.

Zunächst mag erwähnt werden, daß im äußeren Gefäßbündelring häufig überzählige Glieder erscheinen. So werden als Extreme beobachtet

14. 6. 3 \rightarrow 3. 3. 3. 3. 3. 3,

14. 8. 3 \rightarrow 4. 4. 4. 4. 4. 4,

18. 10. 5 \rightarrow 5. 5. 5. 5. 5. 5.

Auf die Quirlzahl hat dies aber keinen Einfluß, da der äußere Gefäßbündelring meist bloß für die kleineren Seitennerven bestimmt ist²⁾.

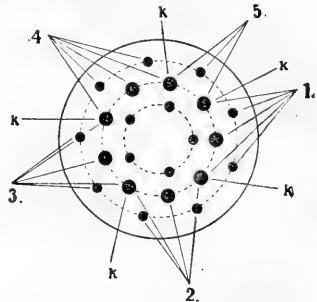


Fig. 35. Stammstruktur 9 9 4 (zu Diagramm 5 5 4 5 4 4). Verteilung der Bündel in die Blätter. Blatt 5 erhält weniger. Die Bündel k münden in den Kelch-Kelchstaubblattkreis.

¹⁾ Das Bündeldiagramm unterhalb des Laubblattquirls ist 9. 9. 4, oberhalb bloß 8. 4 (natürlich fehlt hier der äußere Ring).

²⁾ Ausnahmsweise scheint auch allein ein Überschuß im äußeren Ring zur Produktion eines neuen Blattes zu genügen, so bei der Zuordnung 10. 8. 4 : 5. 4. 4. 4. 4. 4.

Von größerer Bedeutung ist eine andere Erscheinung. Untersucht man die Gefäßbündelzahl des Sprosses (etwa auf halber Höhe) und vergleicht die Werte mit den Quirlzahlen, so findet man sie vielfach als zu klein, das heißt, es sind weniger Gefäßbündel vorhanden, als zur Insertion aller Quirlglieder erforderlich erscheinen. So gibt es Vierersprosse mit dem Strangbau 6. 6. 3, 6. 7. 3, 7. 6. 3, 7. 7. 3, 7. 8. 3, 8. 7. 3, 8. 7. 4 und 8. 8. 3; ferner völlig pentamere Individuen vom Typus 6. 6. 3, 8. 8. 4, 9. 7. 3, 10. 8. 3, 10. 8. 4 und 10. 9. 4 usw. (s. Tabelle XXI, Anhang).

Diese Tatsache ist deswegen von Bedeutung, weil sie uns zeigt, daß die Tetramerie bzw. Pentamerie im Stengel oft gar nicht vorgebildet ist, sondern erst sekundär durch Spaltungen der Gefäßbündelsränge erreicht wird. Offenbar ist hier die Quirlzahl das Primäre, und erst nachträglich paßt sich das Gefäßbündelnetz den neuen Verhältnissen an. Es treten Gabelungen ein, die manchmal erst unmittelbar unter der Organanlage erfolgen und zwar innerhalb der Nodien selbst. Vielfach spielt sich aber die Vermehrung schon innerhalb der Internodien ab, so daß man eine ständige Verschiebung des Bildes erhält, wenn man in verschiedener Höhe des Stengels und Blütenstiels Schnitte anlegt. Dafür sollen hier einige Belege geliefert werden. Die folgenden Zahlen bedeuten Gefäßbündeldiagramme in verschiedenen Lagen von unten nach oben fortschreitend. Die drei Zahlen über dem Strich beziehen sich auf den Stengel unterhalb des Laubquirls, die zwei Zahlen darunter auf den Blütenstiel. Hier fällt ja ein Kreis aus. Wie ein Blick auf die angeführten Beispiele zeigt, wird auch hier die erforderliche Bündelzahl erst durch ganz verspätete Teilungen innerhalb der Knoten selbst erreicht.

4. 4. 3. 4. 4. 4	<u>7. 6. 3</u>	5. 5. 4. 5. 5. 5	<u>8. 8. 4</u>	5. 5. 5. 5. 5. 5	<u>9. 7. 3</u>
	8. 4		9. 5		10. 3
	8. 4		10. 5		10. 5
4. 4. 4. 4. 4. 4	6. 6. 2	5. 5. 5. 5. 5. 5	<u>6. 7. 3</u>	5. 5. 5. 5. 5. 5	10. 9. 4
	6. 6. 4		8. 4		9. 5
	8. 4		9. 5		10. 5
	8. 4		10. 5		
5. 5. 4. 5. 5. 5	8. 8. 3	5. 5. 5. 5. 5. 5	<u>8. 8. 3</u>	6. 4. 4. 4. 4. 4	6. 6. 3
	9. 5		9. 5		8. 6. 3
	9. 5		9. 5		8. 4

Weitere Belege liefert der Anhang (Tabelle XXII).

Die angeführten Beispiele zeigen, daß offenbar das Gefäßbündelnetz der Vermehrung größeren Widerstand entgegengesetzt als die Quirlzahlen. Bei vollständiger Pentamerie der äußeren Organe kann es noch im tetrameren Zustand verharren, eine Erscheinung, die offenbar auf erblichen Zuständen beruht. Die auffällige Tatsache aber, daß tetramere, ja sogar pentamere Sprosse innerlich \pm trimeren Gefäßbündelaufbau zeigen, beruht wohl darauf, daß *Paris quadrifolia* sich von dem trimeren *Trillium*-Typus ableitet, und die Tetramerie erblich noch nicht gefestigt ist. So kommt es, daß die mittlere Zahl der Gefäßbündelstränge stets niedriger ausfällt, als nach den Quirlzahlen zu erwarten wäre. Dies ist aus den Tabellen XII, XIII deutlich zu ersehen. Abgesehen von dieser Tatsache zeigen die beiden Tabellen aber außerdem, daß zwischen der Gliederzahl des mittleren Gefäßbündelrings und jener der Laubblätter bzw. Antheren eine enge Korrelation besteht.

Tabelle XII. Zusammenhang zwischen der Zahl der Laubblätter und der des mittleren Gefäßbündelrings.

Zahl der Laubblätter	Zahl der Gefäßbündel					Zahl der Individuen	Mittlere Zahl der Gefäßbündel
	6	7	8	9	10		
3	35	3	—	—	—	38	6,1
4	8	14	21	—	—	43	7,3
5	5	7	24	14	2	52	8,1

Tabelle XIII. Zusammenhang zwischen der Zahl der Staubblätter und der des mittleren Gefäßbündelrings.

Zahl der Staubblätter	Zahl der Gefäßbündel						Zahl der Individuen	Mittlere Zahl der Gefäßbündel
	6	7	8	9	10	11		
6	12	2	—	—	—	—	14	6,1
7	15	6	—	—	—	—	21	6,4
8	6	10	43	5	1	—	65	7,8
9	—	1	6	12	2	—	21	8,7
10	—	—	—	8	5	1	14	9,5

Kap. IV. Phylogenetische Betrachtungen.

Wir haben im letzten Kapitel die Ernährungsfaktoren und die baumechanischen Bedingungen besprochen, die für die verschiedenartige Ausgestaltung der Quirle von Einfluß sein können. Es muß aber zum Schluß noch darauf hingewiesen werden, daß mutmaßlich noch ganz andere Einflüsse am Werk sind. Auch hier kann ich wieder an meine früheren Untersuchungen anknüpfen.

Dort wurde mit Heranziehung der notwendigen Argumente die Auffassung vertreten, daß *Paris quadrifolia* eine plastische Art ist, die nach allen Kriterien einen noch wenig gefestigten Eindruck macht. Und es wurde die Vermutung ausgesprochen, daß eine Entwicklungslinie vom alten *Trillium*-Typus zu den hochzähligen asiatischen *Paris*-Arten aufzustellen sei. Wichtig ist, daß sich die Variabilitätskurven der verschiedensten Merkmale durchschneiden, woraus auf einen fortschreitenden Entwicklungsprozeß geschlossen werden kann.

Diese Betrachtungen, dort hauptsächlich an den Laubblättern demonstriert, lassen sich nun auch auf die Blütenregion übertragen. Darnach würden die trimeren Blüten als Rückschläge zum älteren Typus zu deuten sein. Daß bei der Verwirklichung der Trimerie gleichzeitig äußere Ursachen am Werke sind, tut dieser Deutung keinen Abbruch; die Befähigung zur Trimerie ruht eben als ererbte latente Eigenschaft in unserer Art und wird durch gewisse nach dieser Richtung wirkende Faktoren wieder ausgelöst.

In diesem Zusammenhang ist vor allem noch zweier Tatsachen zu gedenken. Die eine ist die, daß sich in Zentralchina eine scharfe Scheidung zwischen *Paris* subgen. *Euthyra* und *Trillium* schwer durchführen läßt. Diels sagt hierüber: „Häufig kommen bei den Arten von *Euthyra* dreizählige Blüten vor, eine Anbahnung des *Trillium*-Typus, der, in Nordamerika bedeutender verbreitet, dort die Gattung *Paris* vertritt. Die Grenzen zwischen beiden sind sehr schwach, zumal korollinische Färbung der Sepalen bei *Paris* in China und Japan bereits häufig beobachtet wird.“

Ferner ist auf die oben berichtete Tatsache hinzuweisen, daß äußerlich völlig tetramere Sprosse häufig einen durchaus trimeren Gefäßbündelverlauf zeigen oder daß dieser Zustand wenigstens in einzelnen Ringen, vor allem dem, welcher den Karpellen entspricht, verwirklicht ist. Von diesem Extrem führen dann zahlreiche Brücken — Einschaltung

eines siebenten Gefäßbündels in den äußeren oder mittleren Ring, Spaltungen in der oberen Stengelregion usw. zu dem tetrameren Endstadium (6. 6. 3 → 6. 7. 3, 7. 6. 3, 7. 7. 3, 7. 7. 4, 8. 7. 3, 8. 7. 4 usw. → 8. 8. 4).

Umgekehrt wären die Variationen mit überzähligen Gliedern als fortschrittliche Typen zu betrachten. Eine solche Vermutung hat schon Henslow (1832) aufgestellt. Er sagt: Supposing now by way of hypothesis, we assume the normal character of the plant to be, that it have its several whorl composed of the minimum values which have been observed in the numbering of their separate parts, we should reduce it to the state of a *Trillium*, an allied genus, which affords as excellent an example of the law of subdividing prevalent among monocotyledons, as the usual state of *Paris quadrifolia* is a remarkable exception to it. If we would now attempt to account for the reason of such an anomaly, we may suppose that this plant is ever struggling, as it were, to become double in all its parts; but that it seldom succeeds, except in the case of the leaves, in subdividing and developing any more than one of the subordinate parts of each separate whorl.“

Tatsächlich haben wir schon innerhalb der Gattung *Paris* eine Varietätenreihe, bei der die normale Laubblattzahl auf 5 (var. *obovata*), 6 (var. *hexaphylla*) und sogar auf 8 (var. *dahurica*) ansteigt. Jedoch erstreckt sich die Vermehrung bloß in einem Fall, nämlich bei var. *obovata*, auch auf die Blütenregion. Das typische Diagramm ist hier 5. 5. 5. 5. 5. 4; der Karpellkreis verharrt also noch auf dem erbten Zustand¹⁾. Dieses Verhalten in Verbindung mit der Tatsache, daß bei vielen asiatischen *Paris*-Arten der Laubblattquirl eine höhere Gliederzahl aufweist als die Blütenkreise, also gewissermaßen in der Entwicklung voraneilt (*P. Bockiana*, *P. Henryi*, *P. verticillata*, *P. tibetica*, *P. incompleta*, *P. yunnanensis* usw.), legt die Vermutung nahe, daß sich der Sprung zu einem neuen Typus nicht immer glatt und vollständig vollzogen hat, sondern daß vielleicht die Blüte etappenweise die neue Station erreichte. Von diesem Standpunkt aus könnte auch den von uns beobachteten Zwischenstationen eine phylogenetische Bedeutung zukommen, indem sie Phasen darstellen, die bei dem Umbildungsprozeß anderer Arten tatsächlich passiert wurden. Wir könnten darnach annehmen, daß die Vermehrung im Laubblattkreis einsetzte, daß dann schubweise die Blütenquirle nachfolgten, bis der Prozeß in dem Karpellkreis zuletzt seinen Abschluß erreichte.

¹⁾ Die achtblättrige *Paris Debeauxii* besitzt sogar wie *Trillium* bloß drei Karpelle!

Innerhalb der Spezies *P. quadrifolia* ist die Vermehrung in der Blütenregion nicht über die Pentamerie hinausgekommen. Das gilt überhaupt fast allgemein vom Euparisstamm (*P. tetraphylla*, *incompleta*). Dagegen treffen wir in den Untergattungen *Eüthya* und *Parisella* viel höherzählige Diagramme an. In der Tabelle XIV sind die einschlägigen Daten, soweit ich ihrer habhaft werden konnte, übersichtlich zusammen-

Tabelle XIV¹⁾. Übersicht über die Quirlzahlen der verschiedenen *Paris*-Arten.

	Laub- blätter	Kelch- blätter	Kron- blätter	Staub- gefäße	Karpelle
<i>Paris quadrifolia</i>	4	4	4	8	4
„ „ var. <i>obovata</i>	4—8	4—5	4—5	8—10	4
„ „ „ <i>hexaphylla</i>	5—8	4	4	8	4
„ „ „ <i>dahurica</i>	7—9	4	4	8	4
„ <i>tetraphylla</i>	4	4	0	8	4
„ <i>Cavaleriei</i>	5	5	5	?	?
„ <i>Fargesii</i>	(4—)6	(4—)6	(4—)6	(6—)12	5
„ <i>pinfaensis</i>	6	?	?	?	3
„ <i>Biondii</i>	6	6	6	12	6
„ <i>petiolata</i>	5—7	5	5	10	5
„ <i>chinensis</i>	5—7	5—6	5—6	8—10	4—5
„ <i>Bockiana</i>	6—7	5?	5?	10?	?
„ <i>Delavayi</i>	6—7	4—6	4—6	10	6
„ <i>Henryi</i>	6—7	4?	4?	8	?
„ <i>aprica</i>	6—8	6	6	?	6
„ <i>verticillata</i>	8	4	4	8	4—5
„ <i>Christii</i>	8?	—	—	8	8?
„ <i>Debeauxii</i>	8	—	—	—	3
„ <i>gigas</i>	8?	—	—	—	4
„ <i>formosana</i>	8	6	6	12	6
„ <i>thibetica</i>	7—10	5	—	10—12	5—6
„ <i>japonica</i>	7—10	7—9	7—9	ca. 12	6
„ <i>incompleta</i>	7—12	4—5	0	8	4
„ <i>polyphylla</i>	6—13	5—7	5—7	5—14	4—7
„ „ var. <i>stenophylla</i>	12—22	—	—	8—10	4—5
„ <i>Marchandii</i>	12	8	8	12	8
„ <i>yunnanensis</i>	10—14	8—9	8—9	20	10
„ <i>hamifer</i>	16	10	—	—	—

¹⁾ Hierzu lit. 2, 4, 8—11, 13, 15—16, 18, 23—28, 36, 50.

gestellt, und zwar nach der Quirlzahl geordnet. Wir haben in der Blütenregion:

Tetramerie bei *P. quadrifolia*, *tetraphylla*, *incompleta* und *verticillata*.

Pentamerie bei *P. Cavaleriei*, *petiolata*, *thibetica*.

Hexamerie bei *P. chinensis*, *Delevayi*, *Fargesii*, *Biondii* und *formosana*.

Hepta- bis Dekamerie bei *P. Franchetiana*, *japonica*, *Marchandii* und *yunnanensis*.

Fast alle diese Diagramme können auch von *Paris quadrifolia* verwirklicht werden. Hexamere Blüten traf ich allerdings bloß viermal, Heptamerie blieb auf einen einzigen Fall beschränkt. Einmal traf ich sogar ein Diagramm an, das fast vollständig dem Bauplan von *P. yunnanensis*, also dem höchstzähligen Typus, folgte (K 8. C 8. A 19. G 10).

Allerdings ist darauf hinzuweisen, daß es sich in unserem Fall offenbar nur um Modifikationen handelt. Wenigstens ist dies solange als das Wahrscheinlichste anzunehmen, als nicht Züchtungsversuche vorliegen, die das Gegenteil beweisen. Doch ist das nach dem, was schon früher über diesen Gegenstand gesagt wurde, kein aussichtsreiches Unterfangen. Jedenfalls ist darauf hinzuweisen, daß schon bei ein und demselben Rhizom die aufeinanderfolgenden Jahrgänge sehr stark schwanken. Indessen sind diese Schwankungen nicht ganz regellos, Sprosse mit niederer Quirlzahl in den Blütenkreisen liefern auch im nächsten Jahr einen niedrigeren Mittelwert als solche mit höheren. Hierin herrscht dieselbe Gesetzmäßigkeit wie bei den Laubblättern (Tabelle XV). Das kann aber ebenso auf äußeren Einflüssen wie auf inneren erblichen Anlagen beruhen.

In derselben Weise nun, wie bei *P. quadrifolia* der Typus noch keineswegs gefestigt ist, so kommen auch bei den asiatischen *Paris*-arten und bei der Gattung *Trillium* Schwankungen in der Blütenregion vor, die zu einem Ineinanderfließen der verschiedenen Diagramme führen. Beim alten *Trillium*-Typus sind solche Durchbrechungen des normalen

Tabelle XV. Quirlzahlen in zwei aufeinanderfolgenden Vegetationsperioden.

Blüten- diagramm	Bau der Blüte des nächstjährigen Sprosses				Zahl der Individuen	Mittlere Gliederzahl im nächsten Jahr
	+ trimer	+ tetramer	+ pentamer	+ hexamer		
4. 4. 4. 4. 4	1	83	11	1	96	4,1
5. 5. 5. 5. 5	—	18	5	2	25	4,4
6. 6. 6. 6. 6	—	—	3	—	3	5,0

Baus allerdings selten, besonders in den floralen Kreisen. Von *Tr. sessile* wird einmal das Diagramm 5. 5. 5. 8. 4, von *Tr. erectum* 5. 5. 5. 5. 5. 5 angegeben (37), ferner sind bei *Tr. erythrocarpum* polymere Blüten beobachtet. Das sind aber nur vereinzelte Fälle. Im allgemeinen ist das Genus recht konstant. Dagegen begegnet uns bei den asiatischen *Paris*-Formen häufig die Erscheinung, daß zwar auf einer Quirlzahl ein ausgeprägtes Maximum ruht, daß aber sehr häufige Ausschläge nach einer oder nach beiden Seiten vorkommen. So variiert die Blüte von *P. quadrifolia* var. *obovata* zwischen 4 und 5 (Maximum auf 5), *P. Fargesii* und *Delavayi* zwischen 4 und 6 (Maximum auf 6), *P. polyphylla* zwischen 5 und 7, hier kommen sogar trotz der hohen Quirlzahl in extremen Fällen noch Rückschläge zum Dreiertypus vor. Eine größere Amplitude erreichen die Schwankungen noch in den Laubkreisen (*P. quadrifolia* 3—7, *P. tibetica* und *japonica* 7—10, *P. incompleta* 7—12, *P. polyphylla* var. *stenophylla* 12—22 usw.). Wir sehen also, wie sich auf diese Weise die Variabilitätskurven allenthalben durchschneiden und wie ausgehend von dem trimeren *Trillium*-Typus alle Zwischenstufen bis zu hochzähligen asiatischen *Paris*-Arten vorhanden sind, die gleichzeitig oft eine Höhe von einem Meter erreichen. Hierin spricht sich, wie schon früher betont wurde (44), ein fortschreitendes Erstarken des Stammes aus.

Wir haben bisher unser Augenmerk auf die Quirlzahlen beschränkt und wollen nun noch die Aufmerksamkeit auf andere Merkmale lenken.

Innerhalb des *Euparis*-Stammes befinden sich zwei Arten, die keine Krone besitzen¹⁾. Es sind dies *P. tetraphylla* und *P. incompleta*. Es muß also die Tendenz, die Petalen zu reduzieren, in der Gattung vorhanden sein und wir treffen dazu die Ansätze schon bei *P. quadrifolia*. Unter den auftretenden Variationen befinden sich sehr viele, bei denen eins oder mehrere Kronblätter geschwunden sind (4. 4. 3. 4. 4. 4, 4. 4. 2. 4. 4. 4, 4. 4. 1. 4. 4. 4, 5. 5. 3. 5. 5. 5, 5. 5. 2. 5. 5. 5, 5. 5. 1. 5. 5. 5 usw.). Mitunter ist die Reduktion nur unvollständig, so daß noch ein kleiner Stummel des verkümmerten Organs zu erkennen ist. In extremen Fällen ergreift der Schwund aber alle Glieder, so daß Diagramme wie 4. 4. 0. 4. 4. 4, 5. 5. 0. 5. 5. 5 erreicht werden. Damit ist die Apetalie erreicht.

Ein anderes Merkmal, das für einige asiatische *Paris*-Formen spezifisch ist, ist die laubblattartige Ausbildung des Kelches. Schon innerhalb des Varietätenkreises von *P. quadrifolia* wird diese Er-

¹⁾ Einen Übergang hierzu bildet wohl die *P. Henryi* mit sehr kurzen Kronblättern (4).

scheinung angestrebt und bei verschiedenen asiatischen Arten ist sie völlig zum Durchbruch gekommen (*P. aprica*, *Biondii*, *Cavaleriei*, *chinensis*, *Delavayi*, *formosana*, *gigas*, *incompleta*, *polyphylla*, *yunnanensis*). Für *P. aprica* werden Maße von 6—7,5 cm, für *P. gigas* von 6×3 cm, für *P. Debeaucii* von $8 \times 1,8$ cm und schließlich für *P. Biondii* von 9×2 cm angegeben. Allerdings sind das Formen, die auch sonst erheblichere Größenmaße aufweisen als *P. quadrifolia*. Eine analoge Vergrößerung der Kelchblätter mit gleichzeitigem Übergang in netzförmige Aderung ist uns nun auch vielfach bei der einheimischen Einbeere begegnet, so daß wir erkennen, daß auch hier dieselbe Befähigung in latentem Zustande schlummert.

Ich erwähne noch, daß auch eine Reduktion des Blütenstiels, wie sie für *P. Henryi* bezeichnet ist und eine Verwachsung der Griffel, die an die Verhältnisse von *P. chinensis* und *Delavayi* erinnert, von mir beobachtet wurden.

Ich gehe nun zum Schluß noch auf das Auftreten von Merkmalen ein, die in der Gattung *Paris* nichts Ihresgleichen finden. Es ist dies die Verdoppelung des Antherenkreises und die Änderung der Symmetrieverhältnisse innerhalb der Blüte.

Die Verdoppelung des Antherenkreises kann in zweifacher Weise erfolgen, durch radiale und durch tangentielle Spaltung. Je nachdem kommen wir zu den Diagrammen 4. 4. 4. 4. 4. 4 oder 4. 4. 4. 8. 4. 4. Es werden also 12 statt 8 Staubgefäße gebildet. Unstimmigkeiten zwischen der Zahl der Perigonblätter und jener der Antheren kommen zwar auch bei asiatischen *Paris*-Arten vor, aber sie liegen nach der entgegengesetzten Richtung. So werden für *P. japonica* 14—18 Perigonblätter, aber bloß ca. 12 Staubgefäße, für *P. Marchandii* 16 Perigonblätter und ebenfalls 12 Staubgefäße angegeben usw. Unsere Eigenschaft ist also offenbar dem Genus sonst fremd.

In erhöhtem Maße gilt dies von der Änderung der Symmetrie. Wie wir sahen, kommt diese dadurch zustande, daß die Zahl der Karpelle auf zwei reduziert wird — eine Annäherung an die übrigen Liliaceen mit einem Fruchtblatt! — und daß gleichzeitig die übrigen Glieder nach den zwei Polen zusammenrücken. Auf diese Weise kommt ein Diagramm zustande, das nur noch zwei einander ungleichwertige Symmetrieebenen aufweist. Wir haben es hier mit einer für die Liliaceen durchaus fremdartigen Erscheinung zu tun, die uns zeigt, daß in der Gattung *Paris* noch ganz neue Möglichkeiten schlummern.

Zusammenfassung.

1. Die Blüte der Einbeere zeichnet sich durch ihre Befähigung zu den Variationen verschiedenster Art aus. Hierher gehört die Gabelung, die Einschaltung und Ausschaltung einzelner Blütenglieder, die meist an einen bestimmten Radius gebunden ist, und die Metamorphose (Umwandlung von Kelchblättern in Laubblätter, Petalen in Sepalen, Staubgefäßen in Petalen oder Karpelle und schließlich von Karpellen in Staubgefäße). Besondere Aufmerksamkeit verdienen die Fälle von „Topoplasie“, wo durch Verlagerung einer Organanlage in einen Nachbarquirl eine andersartige Ausbildung bedingt wird.

2. Vielfach wird der gesamte Blütenbau geändert. Die Quirle lösen sich in Spiralen auf, der Kronblattkreis fällt aus, ein Antherenkreis wird eingefügt, alle Kelchblätter werden laubblattartig, die Blüte wird trimer, pentamer, hexamer oder gar heptamer und ferner wird durch bestimmte Umgestaltungen der radiäre Bauplan ganz und gar verlassen.

3. Die Einschaltungen und Ausschaltungen erfolgen nicht gesetzlos, sondern zwischen den einzelnen Blütenquirlen besteht ebenso wie zwischen der Blüten- und Laubregion eine feste Korrelation.

4. Der Übergang vom Vierer- zum Fünftypus vollzieht sich in ganz bestimmten Etappen. Die Vermehrung ergreift zuerst den Laubblattkreis (5. 4. 4. 4. 4. 4), dann den Doppelkreis der Kelch- und Kelchstaubblätter (5. 4. 4. 5. 4. 4 und 5. 5. 4. 5. 4. 4) und schließlich den Doppelkreis der Kron- und Kronstaubblätter mitsamt den Karpellen (5. 5. 4. 5. 5. 5 und 5. 5. 5. 5. 5. 5), schreitet also im wesentlichen von außen nach innen fort und erfaßt zuerst den Kelchblatt-, dann den Kronblattsektor. Denselben Weg hält die Entwicklung vom Vierer- und Fünftypus zum Sechstypus ein. Diagramme, welche sich dem vorgezeichneten Schema nicht fügen, sind äußerst selten.

5. Umgekehrt vollzieht sich der Übergang von der Tetramerie zur Trimerie meistens von innen nach außen und zwar im wesentlichen auf denselben Entwicklungsetappen, die den Vierer- mit dem Fünftypus verbinden (4. 4. 4. 4. 4. 4, 4. 4. 3. 4. 4. 4, 4. 4. 3. 4. 3. 4, 4. 3. 3. 4. 3. 3, 4. 3. 3. 3. 3. 3, 3. 3. 3. 3. 3. 3).

6. Wie für die Laubblätter so läßt sich auch für die Blütenkreise der Nachweis erbringen, daß zwischen den Ernährungsbedingungen und den Quirlzahlen ein Zusammenhang besteht. Wir treffen die höherzähligen Diagramme hauptsächlich auf guten Böden an.

7. In den meisten Fällen wirkt günstige oder ungünstige Ernährung zunächst auf die Zahl der Bündel in den drei Gefäßbündelringen (8. 8. 4 gibt 9. 9. 4, 9. 9. 5, 10. 10. 5 oder 7. 7. 4, 7. 6. 3, 6. 6. 3 usw.) und erst sekundär wird dadurch die Quirlzahl beeinflusst. Mitunter erfolgt aber die Vermehrung der Organe unabhängig von der Gefäßbündelzahl, so daß erst durch verspätete Gabelungen innerhalb des Bündelnetzes der nötige Anschluß erreicht wird. Viele Einzelheiten, besonders das Vorherrschen bestimmter Diagrammtypen, finden in der Berücksichtigung des Gefäßbündelverlaufs ihre Erklärung, so vor allem das sektorenweise Variieren koordinierter Organe.

8. Die Variationen haben auch eine phylogenetische Bedeutung; die Trimerie stellt eine Rückkehr zum alten *Trillium*-Typus dar; wichtig ist in dieser Hinsicht, daß äußerlich tetramer oder pentamer gestaltete Sprosse in bezug auf die Gefäßbündelkreise häufig trimer sind. Erst im weiteren Verlauf treten dann Spaltungen der Bündel ein, die den tetrameren oder pentameren Typus anbahnen.

9. Durch den Übergang zu der Pentamerie, Hexamerie, Heptamerie und Dekamerie (!) werden Diagramme geschaffen, die mit solchen asiatischen *Paris*-Arten übereinstimmen. Und da auch diese noch keineswegs erblich fixiert sind, so kommt ein auffälliges Ineinanderfließen der verschiedenen Typen zustande.

10. Auch zahlreiche andere Merkmale asiatischer Arten treten bei *Paris quadrifolia* als Variationen zutage; hierher gehören: laubblattartige Ausbildung des Kelchs, Schwund der Krone, Verwachsung der Griffel zu einer Säule und Unterdrückung des Blütenstiels.

11. Schließlich treten auch ganz neuartige Eigenschaften auf; so die Verdoppelung der Antherenzahl durch radiale oder tangential Spaltung und die völlige Preisgabe des radiären Blütenbaus infolge von Organvorlagerungen.

Literatur.

1. Baxter. Note on an abnormal form of *Paris quadrifolia*. The pharmac. journ. a. transact. 1888/9, 19.
2. Chamisso. De plantis in expeditione romanzoffiana observatis. Linnaea. 1831, 6.
3. Deves. Beobachtungen an *Paris quadrifolius*. Ber. üb. d. Vers. d. naturh. Ver. f. Rheinl.-Westf. Jahrg. 1910.
4. Diels. Die Flora von Centralchina. Engl. bot. Jahrb. 1901, 29.
5. Döll. Flora von Baden. 1857/62.
6. Dutailly. Recherches sur le développement des Asparaginées. Assoc. franc. pour l'avanc. d. sc. 25. sess. 1906.

7. Eichler. Blütendiagramme. 1875/8.
8. Engler-Prantl. Die natürlichen Pflanzenfamilien. II. 5. 1889.
9. Franchet. Plantes du Thibet oriental. Nouv. Arch. du Mus. d'hist. nat. Paris. 1887/8.
10. Franchet. Monographie du genre Paris. Mém. publ. par la soc. philom. à l'occ. du cent. d. sa fond. Paris. 1888.
11. Franchet. Plantarum sinensium ecloge secunda. Journ. d. bot. 1898, 12.
12. Goebel. Beiträge zur Morphologie und Biologie der Blätter. Bot. Zeitg. 1882.
13. Gray. Diagnostic characters of new species of Phanerogamous plants. Mem. of the amer. acad. of. sc. N. S. 1857, 6.
14. Haacke. Über eine Serie bemerkenswerter Fälle von Topoplasie. Biol. Centrbl. 1896, 16.
15. Hayata. Contributions to the flora of Mt. Morrison. Tok. Bot. Mag. 1906, 20.
16. Hayata. Materials for a flora of Formosa. The journ. of the coll. of sc. imp., univ. of Tokio. 1911/12, 20.
17. Henslow. The varieties of Paris quadrifolia. Mag. of nat. hist. 1832, 5.
18. Hoffmann. Hortus mosquensis. Moskau. 1808.
19. Kirchner. Neue Beobachtungen über die Bestäubungs-einrichtungen einheimischer Pflanzen. Progr. z. 68. Jahresf. d. k. würt. Landwirtsch. Akad. Hohenh. Stuttgart. 1886.
20. Klebs. Über Variationen der Blüten. Jahrb. f. wissenschaft. Bot. 42, 1906.
21. Koebe. Bildungsabweichungen von Paris quadrifolia. Ost. bot. Zeitschr. 1888, 38.
22. Krafft. Experimentelle und entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an Caryophyllaceenblüten. Flora. N. F. 1917, 9.
23. Krause, E. H. L. Teratologische Einzelheiten. Bot. Centrbl. 77.
24. Ledebour. Monographia generis Paridum. Dorpat. 1827.
25. Ledebour. Icones plantarum florum Rossicam. Cent. I. Riga. 1829.
26. Ledebour. Flora altaica. 2. 1830.
27. Ledebour. Flora rossica. 4. 1853.
28. Leveillé. Nouvelles contributions à la connaissance des Liliacées, Amaryllidacées, Iridacées et Hemodoracées de China. Mem. d. pontif. acad. Rom. dei nuov. Linc. 24, 1906.
29. Leveillé. Beschreibung neuer Parisarten in Repert. nov. spec. Bd. III, VI, VII, IX, XI und XII. 1906—12.
30. Losch. Über die Variation der Anzahl der Sepalen und der Hüllblätter bei Anemone nemorensis L. Ber. d. deutsch. bot. Ges. 34, 1916.
31. Lüscher. Floristisches aus dem Kanton Aargau. Deut. bot. Monatsschr. 5, 1887.
32. Magnin. Les variations foliaires et florales du Paris quadrifolia. Annales d. l. soc. bot. d. Lyon. 30, 1905.
33. Masters, M. T. Pflanzenteratologie. Übers. von Dammer. Leipzig. 1886.
34. Moquin-Tandon. Éléments de tératologie végétale. Paris. 1841.
35. Murbeck. Über die Baumechanik bei Änderungen im Zahlenverhältnis der Blüte. Lunds Univ. årskr. N. F. Afd. 2. 11, 1914.
36. Pampanini. Le piante vascolari raccolte del Rev. P. C. Silvestri etc. Nuov. giorn. bot. Ital. 1910, 17.
37. Penzig. Pflanzenteratologie. Bd. 2. Genua. 1894.

38. Pluskal. Beiträge zur Teratologie und Pathologie der Vegetation. Öster. bot. Wochenbl. 2, 1852,
39. Reinöhl. Die Variation im Androeceum der *Stellaria media*. Bot. Zeitg. 1903, 61.
40. Schrank. Bayr. Flora. München. 1789.
41. Scholz. Morphologie der *Smilacaceae*. 23. Jahresber. d. niederöster. Landesrealgymn. Stockerau. 1887/8.
42. Schumann. Sproß- und Blütenentwicklung von *Paris* und *Trillium*. Ber. d. d. bot. Ges. 1893, 11.
43. Stark. Über die Schwankungen der Gliederzahl im Laubblattquirl von *Paris quadrifolia*. Ber. d. dtsh. bot. Ges. 1915, 33.
44. Stark. Untersuchungen über die Variabilität des Laubblattquirls bei *Paris quadrifolia*. Zeitschr. f. Bot. 1915, 7.
45. Stark. Über die Variabilität der Blüte von *Paris quadrifolia*. Ber. d. dtsh. bot. Ges. 1917, 35.
46. Vogler. Probleme und Resultate variationsstatistischer Untersuchungen an Blüten und Blütenständen. Jahrb. d. St. Gall. naturw. Ges. f. 1910.
47. Vogler. Die Variabilität von *Paris quadrifolia* in der Umgebung von St. Gallen. Flora. 1903, 92.
48. de Vries. Halbe Galtonkurven als Zeichen diskontinuierlicher Variation. Ber. d. dtsh. bot. Ges. 12, 1894.
49. de Vries. Mutationstheorie. Leipzig. 1901.
50. Wright. *Liliaceae*. Journ. of the Linn. Soc., Bot. 1903, 36.

Anhang.

Tabelle XVI. Diagramme mit gegabelten Organen (zu Kap. I).

Diagramm	Fälle	Diagramm	Fälle	Diagramm	Fälle
$3\frac{1}{2}, 3, 3, 3, 3$	1	$4, 4, 3, 4\frac{1}{2}, 4, 4$	2	$4, 4, 4, 4, 4\frac{2}{2}, 4$	1
$5\frac{1}{2}, 4, 4, 4, 4, 4$	1	$4, 4, 4, 4\frac{1}{2}, 4, 4$	8	$4, 4, 4, 4, 4\frac{2}{2}, 5$	1
$5\frac{1}{2}, 5, 5, 5, 5, 5$	1	$4, 4, 4, 5\frac{1}{2}, 4, 4$	1	$4, 4, 4, 4, 5\frac{2}{2}, 5$	1
		$4, 4, 4, 5\frac{1}{3}, 4, 5$	1	$4, 4, 4, 5, 4\frac{1}{3}, 4$	2
$5, 4\frac{1}{2}, 4, 4, 4, 4$	1	$5, 4, 4, 4\frac{1}{2}, 4, 4$	4	$4, 4, 4, 5, 6\frac{1}{2}, 4$	1
$5, 4\frac{1}{2}, 4, 4, 4, 4$	2	$5, 4, 4, 5\frac{1}{2}, 4, 4$	1	$4, 4, 4, 6, 4\frac{1}{2}, 5$	1
		$5, 5, 2, 5\frac{1}{2}, 3, 4$	1	$5, 4, 4, 5, 4\frac{1}{2}, 4$	1
$4, 4, 4\frac{3}{2}, 4, 4, 4$	1	$5, 5, 3, 5\frac{1}{2}, 4, 4$	1		
		$3, 3, 3, 3, 3\frac{1}{2}, 3$	2	$4, 4, 4, 4\frac{1}{2}, 4\frac{1}{2}, 4$	1
$3, 3, 3, 3\frac{1}{2}, 3, 3$	1	$3, 3, 3, 4, 3\frac{1}{2}, 4$	1	$4, 4, 4, 4\frac{1}{2}, 5\frac{1}{2}, 4$	1
$3, 3, 3, 3\frac{1}{2}, 4, 4$	1	$3, 3, 3, 4, 3\frac{1}{2}, 5$	2	$3, 3, 3, 6, 3, 3\frac{2}{2}$	1
$3, 3, 3, 3\frac{1}{2}, 4, 5$	1	$4, 4, 3, 4, 4\frac{1}{2}, 4$	1	$3, 4, 4, 4, 4, 5\frac{1}{2}$	1
$3, 4, 4, 4\frac{1}{2}, 4, 4$	1	$4, 4, 4, 4, 4\frac{1}{3}, 4$	3	$4, 4, 3, 4, 3, 3\frac{1}{2}$	1
$4, 3, 3, 4\frac{1}{2}, 5, 5$	1	$4, 4, 4, 4, 3\frac{1}{2}, 4$	1	$4, 4, 4, 4, 4, 4\frac{1}{2}$	1

Tabelle XVII. Korrelation zwischen Laub- und Kronblättern (Kap. II).

Zahl der Laubblätter	Zahl der Kronblätter								Zahl der Individuen	Mittlere Zahl der Kronblätter
	0	1	2	3	4	5	6	7		
3	—	1	4	226	76	4	—	—	311	3,25
4	1	8	11	240	8177	14	2	1	8454	3,97
5	3	7	19	101	2017	171	—	1	2319	4,00
6	2	5	2	6	129	29	3	1	176	4,01
7	—	—	—	—	5	3	—	1	9	4,67

Tabelle XVIII. Korrelation zwischen Laub- und Kelchstaubblättern (Kap. II).

Zahl der Laubblätter	Zahl der Kelchstaubblätter								Zahl der Individuen	Mittlere Zahl der Kelchstaubblätter
	2	3	4	5	6	7	8	10		
3	—	105	144	54	7	1	—	—	311	3,89
4	2	15	8225	173	28	8	3	—	8454	4,03
5	—	10	1669	612	25	3	—	—	2319	4,29
6	—	—	101	61	14	—	—	—	176	4,51
7	—	—	1	3	4	—	—	1	9	5,89

Tabelle XIX. Korrelation zwischen Laub- und Kronstaubblättern (Kap. II).

Zahl der Laubblätter	Zahl der Kronstaubblätter								Zahl der Individuen	Mittlere Zahl der Kronstaubblätter
	1	2	3	4	5	6	7	8		
3	—	3	192	104	12	—	—	—	311	3,40
4	—	—	55	8323	58	13	4	1	8454	4,01
5	—	1	28	1979	306	4	1	—	2319	4,12
6	—	—	—	130	42	4	—	—	176	4,28
7	—	—	—	4	3	1	1	—	9	4,89

Tabelle XX. Korrelation zwischen Laubblättern und Karpellen (Kap. II).

Zahl der Laubblätter	Zahl der Karpelle								Zahl der Individuen	Mittlere Zahl der Karpelle
	2	3	4	5	6	7	8	10		
3	—	119	140	46	5	1	—	—	311	3,81
4	3	45	8327	71	8	—	—	—	8454	4,00
5	—	20	1976	321	1	1	—	—	2319	4,13
6	—	—	128	43	5	—	—	—	176	4,30
7	—	—	3	3	2	—	—	1	9	5,44

Tabelle XXI. Sprosse mit unterzähligen Gefäßbündelringen (Kap. III). (Es werden hier jene Fälle angeführt, in denen die Gefäßbündelringe weniger Glieder zeigen, als nach den Quirlzahlen zu erwarten wäre; die in Klammern beigefügten Zahlen bedeuten die zu erwartenden Ziffern.)

4. 4. 3. 4. 3. 3	6. 6. 3	(7. 7. 3)	5. 5. 3. 5. 5. 5	6. 7. 3	(10. 10. 5)
4. 4. 3. 4. 4. 4	6. 6. 2	(8. 8. 4)	5. 5. 4. 5. 4. 4	8. 8. 3	(9. 9. 4)
"	6. 7. 3	(8. 8. 4)	"	8. 8. 4	(9. 9. 4)
"	7. 6. 3	(8. 4. 4)	5. 5. 4. 5. 5. 5	8. 8. 3	(10. 10. 5)
"	7. 7. 3	(8. 8. 4)	"	8. 8. 4	(10. 10. 5)
"	8. 7. 4	(8. 8. 4)	5. 5. 5. 5. 5. 5	6. 6. 3	(10. 10. 5)
4. 4. 4. 4. 4. 4	6. 6. 2	(8. 8. 4)	"	9. 7. 3	(10. 10. 5)
"	6. 6. 3	(8. 8. 4)	"	10. 8. 3	(10. 10. 5)
"	7. 7. 3	(8. 8. 4)	"	10. 8. 4	(10. 10. 5)
"	8. 8. 3	(8. 8. 4)	"	10. 9. 4	(10. 10. 5)
5. 4. 3. 4. 4. 4	8. 6. 3	(9. 9. 4)	6. 4. 4. 4. 4. 4	6. 6. 3	(ca. 11. 11. 4)
5. 4. 4. 4. 4. 4	8. 8. 3	(9. 9. 4)	6. 5. 4. 5. 4. 4	8. 7. 3	(ca. 11. 11. 4)
"	9. 8. 3	(9. 9. 4)	"	7. 7. 3	(ca. 11. 11. 4)

Tabelle XXII. Gabelungen innerhalb des Gefäßbündelsystems (Kap. III). (Die hinter den Blütendiagrammen stehenden Diagramme der Gefäßbündel beziehen sich auf verschiedene Stengelzonen; die über dem Strich auf den Laubstengel (drei Ringe?), die unter dem Strich auf den Blütenstiel (zwei Ringe). Die Reihenfolge entspricht einem Fortschreiten von der Basis nach der Spitze. Das zu erwartende Gefäßbündeldiagramm ist in Klammer beigefügt).

Blüten- diagramm	Diagramm d. Bündel	Theoretisch	Blüten- diagramm	Diagramm d. Bündel	Theoretisch
4. 4. 3. 4. 4. 4	6. 6. 2 <u>6. 6. 4</u> 8. 3 8. 4	8. 8. 4	5. 4. 4. 5. 4. 4	<u>9. 8. 3</u> 9. 5	9. 9. 5
			5. 5. 1. 5. 5. 5	<u>8. 7. 3</u> 9. 5	10. 10. 5
4. 4. 3. 4. 4. 4	<u>6. 7. 3</u> 8. 4	8. 8. 4		10. 5	
4. 4. 3. 4. 4. 4	7. 7. 3 <u>7. 8. 3</u> 8. 3	8. 8. 4	5. 5. 4. 5. 4. 4	<u>9. 8. 4</u> 9. 5	9. 9. 4
			5. 5. 4. 5. 5. 5	<u>9. 8. 3</u> 9. 5	10. 10. 5
5. 4. 3. 4. 4. 4	<u>8. 6. 3</u> 7. 4	9. 9. 4	5. 5. 5. 5. 5. 5	<u>6. 6. 3</u> 9. 3	10. 10. 5
5. 4. 2. 4. 4. 5	<u>7. 7. 3</u> 8. 5	9. 9. 5	5. 5. 5. 5. 5. 5	<u>10. 8. 3</u> 9. 4	10. 10. 5
5. 4. 4. 4. 4. 4	8. 8. 3 <u>9. 8. 3</u> 8. 4	9. 9. 4	5. 5. 5. 5. 5. 5	<u>10. 8. 4</u> 10. 5	10. 10. 5
			6. 5. 4. 5. 4. 4	<u>7. 7. 3</u> 9. 4	ca. 11. 11. 4
5. 4. 4. 4. 4. 4	<u>10. 7. 2</u> 7. 4 8. 4	9. 9. 4	6. 5. 4. 5. 4. 4	<u>8. 7. 3</u> 9. 4	ca. 11. 11. 4

Tabelle XXIII. Allgemeiner Überblick über die beobachteten Diagramme. Nicht berücksichtigt sind hierbei die Diagramme mit eingeschalteten neuen Kreisen (4. 4. 4. 4. 4. 4. 4 usw.) und mit Spaltung einzelner Staubgefäße in der Tangentialebene, also alle Fälle, wo hintereinanderstehende Staubgefäße zutage treten, denn diese Variationen lassen sich nicht in unser sechsgliedriges Schema einfügen¹⁾.

Es bedeutet in den einzelnen Rubriken:

Da = Daxlanden (bei Karlsruhe), Kst = Kaiserstuhl (bei Freiburg),
 We = Weingarten „ „ Ma = Maxen (bei Karlsruhe),
 Du = Durlach „ „ Nd = Neudorf (bei Straßburg),
 Wo = Wolfartsweiler „ „ So = sonstige kleinere Fund-
 Sch = Schönberg „ Freiburg), punkte.

Diagramm	Da	We	Du	Wo	Sch	Kst	Ma	Nd	So	
3. 3. 2. 5. 3. 3	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
3. 3. 3. 3. 3. 3	4	9	31	24	2	—	—	12	—	82
3. 3. 3. 3. 3. 4	—	5	6	5	—	—	—	—	—	16
3. 3. 3. 3. 3. 5	—	1	5	1	—	—	—	—	—	7
3. 3. 3. 3. 3. 6	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
3. 3. 3. 3. 4. 3	—	—	2	—	3	—	—	—	—	5
3. 3. 3. 3. 4. 4	—	1	1	—	—	—	—	—	—	2
3. 3. 3. 3. 4. 5	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
3. 3. 3. 4. 3. 3	—	4	7	13	3	—	—	2	—	29
3. 3. 3. 4. 3. 4	1	3	7	12	1	1	—	—	—	25
3. 3. 3. 4. 3. 5	—	1	1	1	—	—	1	—	—	4
3. 3. 3. 4. 3. 7	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
3. 3. 3. 4. 4. 4	—	4	2	2	—	1	—	—	—	9
3. 3. 3. 4. 4. 5	—	2	—	2	—	—	1	—	—	5
3. 3. 3. 4. 5. 5	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
3. 3. 3. 5. 3. 3	1	2	—	7	1	—	—	—	—	11
3. 3. 3. 5. 3. 4	—	2	1	—	—	—	—	—	—	3
3. 3. 3. 5. 3. 5	—	1	—	2	—	—	1	—	—	4
3. 3. 3. 5. 3. 6	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
3. 3. 3. 5. 4. 4	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
3. 3. 3. 5. 4. 5	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
3. 3. 3. 6. 3. 3	—	1	1	—	—	—	—	—	—	2
3. 3. 3. 6. 3. 4	—	1	—	—	—	—	—	—	—	2
Übertrag	6	40	64	73	11	2	3	14	—	213

¹⁾ Ferner wurden alle die Diagramme weggelassen, wo sich die überzähligen Glieder keinem bestimmten Kreise zuordnen lassen; das kommt aber äußerst selten vor.

Diagramm	Da	We	Du	Wo	Sch	Kst	Ma	Nd	So	
Übertragen	6	40	64	73	11	2	3	14	—	213
3. 3. 3. 6. 3. 6	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
3. 3. 3. 6. 4. 4	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
3. 3. 3. 7. 3. 4	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
3. 3. 4. 3. 3. 3	—	1	—	—	1	1	1	—	—	4
3. 3. 4. 3. 4. 4	—	—	1	1	—	—	—	—	—	2
3. 3. 4. 4. 4. 4	—	1	1	1	—	—	—	—	—	3
3. 3. 4. 4. 4. 5	—	—	1	—	—	—	1	—	—	2
3. 3. 4. 5. 4. 4	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
3. 3. 4. 5. 4. 6	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
3. 3. 4. 6. 3. 4	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
3. 4. 2. 4. 2. 3	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
3. 4. 2. 4. 2. 4	—	1	1	—	—	—	—	—	—	2
3. 4. 2. 4. 4. 4	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1
3. 4. 2. 5. 3. 4	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
3. 4. 3. 4. 3. 3	1	—	1	2	—	—	—	—	—	4
3. 4. 3. 4. 3. 4	—	1	1	2	1	—	—	—	—	5
3. 4. 3. 4. 3. 5	—	—	1	1	—	—	—	—	—	2
3. 4. 3. 4. 4. 3	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
3. 4. 3. 4. 4. 4	—	3	2	5	—	—	—	—	—	10
3. 4. 3. 5. 3. 4	—	2	2	1	—	—	—	—	—	5
3. 4. 3. 5. 3. 5	—	1	1	1	—	—	—	—	—	3
3. 4. 3. 5. 4. 4	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
3. 4. 4. 4. 4. 3	—	1	—	1	—	—	—	—	—	2
3. 4. 4. 4. 4. 4	1	8	7	19	2	1	1	—	—	39
3. 4. 4. 4. 4. 5	—	1	1	3	—	—	—	—	—	5
3. 4. 4. 4. 5. 4	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1
3. 4. 4. 5. 4. 4	—	4	—	5	1	—	—	—	—	10
3. 4. 4. 5. 4. 5	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1
3. 4. 4. 5. 5. 4	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
3. 4. 4. 5. 5. 6	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
3. 5. 1. 5. 5. 5	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
3. 5. 2. 5. 3. 5	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
3. 5. 3. 5. 3. 5	—	—	1	1	—	—	—	—	—	2
3. 5. 3. 5. 4. 4	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1
3. 5. 4. 5. 5. 4	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
3. 5. 4. 5. 5. 5	—	2	—	—	—	—	—	—	—	2
3. 5. 5. 5. 5. 5	—	1	—	2	—	1	—	—	—	4
3. 6. 2. 6. 4. 4	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
4. 3. 2. 5. 3. 4	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
4. 3. 2. 6. 3. 5	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
4. 3. 3. 3. 3. 3	3	—	3	2	1	—	2	—	3	14
Übertrag	11	72	89	128	21	8	9	14	3	355

Diagramm	Da	We	Du	Wo	Sch	Kst	Ma	Nd	So	
Übertragen	11	72	89	128	21	8	9	14	3	355
4. 3. 3. 3. 3. 4	—	2	—	—	—	—	—	—	—	2
4. 3. 3. 3. 4. 4	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
4. 3. 3. 4. 3. 3	1	1	4	8	6	—	2	—	2	24
4. 3. 3. 4. 3. 4	—	4	—	—	1	1	—	—	—	6
4. 3. 3. 4. 3. 5	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1
4. 3. 3. 4. 4. 3	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
4. 3. 3. 4. 4. 4	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
4. 3. 3. 4. 5. 5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
4. 3. 3. 5. 3. 3	—	1	1	3	—	—	—	—	—	5
4. 3. 3. 5. 3. 4	—	—	1	1	—	2	—	—	—	4
4. 3. 3. 5. 3. 5	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
4. 3. 3. 6. 3. 3	—	—	—	2	—	—	—	—	—	2
4. 3. 4. 4. 3. 4	—	1	—	—	1	—	—	—	—	2
4. 3. 4. 4. 4. 4	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1
4. 3. 4. 6. 4. 4	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
4. 4. 0. 4. 4. 4	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
4. 4. 1. 2. 3. 4	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
4. 4. 1. 4. 4. 4	—	—	2	—	1	—	1	—	—	4
4. 4. 1. 5. 4. 4	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
4. 4. 2. 4. 4. 4	3	—	1	1	1	—	3	—	—	9
4. 4. 2. 5. 4. 4	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1
4. 4. 3. 4. 3. 3	1	—	2	—	—	—	1	—	—	4
4. 4. 3. 4. 3. 4	2	5	5	2	—	2	1	—	—	17
4. 4. 3. 4. 3. 5	—	4	1	—	—	—	—	—	—	5
4. 4. 3. 4. 4. 3	—	—	2	1	—	—	—	—	—	3
4. 4. 3. 4. 4. 4	8	18	39	27	6	6	43	4	1	152
4. 4. 3. 4. 5. 4	1	1	—	—	—	—	—	—	—	2
4. 4. 3. 5. 3. 4	—	—	2	1	—	—	—	—	—	3
4. 4. 3. 5. 4. 4	—	—	1	2	—	—	2	—	—	5
4. 4. 3. 5. 4. 5	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1
4. 4. 3. 6. 3. 4	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1
4. 4. 4. 4. 4. 2	—	—	—	—	3	—	—	—	—	3
4. 4. 4. 4. 3. 4	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
4. 4. 4. 4. 4. 3	—	—	2	—	1	—	—	—	—	3
4. 4. 4. 4. 4. 4	553	857	612	1487	1996	755	1194	353	1576	9383
4. 4. 4. 4. 4. 5	—	—	—	9	1	1	1	—	3	15
4. 4. 4. 4. 4. 6	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
4. 4. 4. 4. 5. 4	1	9	1	—	2	1	1	—	—	15
4. 4. 4. 4. 6. 4	—	2	—	—	—	—	—	—	—	2
4. 4. 4. 4. 6. 6	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
4. 4. 4. 4. 7. 5	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
Übertrag	583	979	768	1679	2042	778	1258	371	1585	10043

Diagramm	Da	We	Du	Wo	Sch	Kst	Ma	Nd	So	
Übertragen	583	979	768	1679	2042	778	1258	371	1585	10043
4. 4. 4. 4. 7. 4	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
4. 4. 4. 5. 4. 4	2	18	10	14	55	7	1	1	7	115
4. 4. 4. 5. 4. 5	—	4	—	—	—	1	—	—	2	7
4. 4. 4. 5. 5. 4	—	2	—	—	2	—	—	—	—	4
4. 4. 4. 5. 5. 5	—	5	—	—	—	—	—	—	—	5
4. 4. 4. 5. 5. 6	—	1	—	—	—	2	—	—	—	3
4. 4. 4. 5. 6. 4	—	4	—	—	—	—	—	—	—	4
4. 4. 4. 5. 7. 5	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
4. 4. 4. 6. 4. 3	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
4. 4. 4. 6. 4. 4	1	3	2	2	11	—	1	—	—	20
4. 4. 4. 6. 4. 5	—	1	—	—	2	—	—	—	—	3
4. 4. 4. 6. 5. 5	—	2	—	—	—	—	—	—	—	2
4. 4. 4. 7. 4. 4	—	—	—	—	4	—	—	—	—	4
4. 4. 4. 7. 5. 4	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
4. 4. 4. 7. 6. 5	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
4. 4. 4. 8. 4. 4	—	2	—	—	1	—	—	—	—	3
4. 4. 5. 4. 5. 4	—	2	—	—	1	—	—	—	—	3
4. 4. 5. 4. 5. 5	—	1	—	—	—	—	—	—	2	3
4. 4. 5. 5. 4. 4	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
4. 4. 5. 5. 5. 5	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
4. 4. 5. 6. 6. 4	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
4. 4. 6. 4. 7. 5	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
4. 4. 7. 5. 8. 6	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
4. 5. 1. 5. 4. 4	—	—	—	—	1	—	1	—	—	2
4. 5. 3. 5. 4. 4	—	—	—	—	2	—	—	—	—	2
4. 5. 3. 5. 5. 5	—	—	—	—	1	1	—	—	—	2
4. 5. 3. 5. 6. 6	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
4. 5. 4. 5. 4. 4	—	—	—	—	1	—	1	—	—	2
4. 5. 4. 5. 4. 5	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
4. 5. 4. 5. 5. 5	—	—	—	1	2	—	1	—	—	4
4. 5. 5. 5. 5. 5	—	—	—	—	3	—	2	—	—	5
4. 6. 3. 6. 3. 3	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
4. 6. 4. 7. 4. 4	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
4. 6. 6. 2. 6. 5	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
4. 6. 6. 6. 6. 6	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
5. 3. 1. 4. 3. 3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
5. 3. 3. 3. 3. 3	—	2	1	—	1	—	—	2	—	6
5. 3. 3. 3. 3. 5	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
5. 3. 3. 4. 3. 3	2	—	—	2	1	—	—	—	—	5
5. 3. 3. 5. 3. 3	—	2	—	—	—	—	—	—	—	2
5. 4. 0. 5. 4. 4	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Übertrag	590	1034	781	1700	2137	789	1265	374	1598	10268

Diagramm	Da	We	Du	Wo	Sch	Kst	Ma	Nd	So	
Übertragen	590	1034	781	1700	2137	789	1265	374	1598	10268
5. 4. 1. 4. 4. 4	1	—	—	—	1	1	—	—	—	3
5. 4. 2. 4. 3. 4	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
5. 4. 2. 4. 4. 4	2	1	—	—	2	2	—	—	—	7
5. 4. 2. 4. 5. 4	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1
5. 4. 2. 5. 4. 4	1	—	1	—	—	—	—	—	—	2
5. 4. 3. 4. 3. 3	—	—	2	—	—	2	—	—	—	4
5. 4. 3. 4. 3. 4	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
5. 4. 3. 4. 4. 4	10	1	3	1	4	2	12	—	—	33
5. 4. 3. 4. 5. 4	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
5. 4. 3. 5. 4. 4	4	1	—	2	—	—	1	1	—	9
5. 4. 3. 6. 2. 4	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
5. 4. 3. 7. 4. 4	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1
5. 4. 4. 3. 4. 4	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
5. 4. 4. 4. 3. 4	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
5. 4. 4. 4. 4. 4	225	34	85	96	443	87	217	294	135	1616
5. 4. 4. 4. 4. 5	3	3	—	—	—	—	2	—	1	9
5. 4. 4. 4. 4. 6	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1
5. 4. 4. 4. 5. 4	3	—	—	—	1	—	1	—	—	5
5. 4. 4. 4. 5. 5	—	—	—	1	—	—	1	—	—	2
5. 4. 4. 4. 6. 4	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
5. 4. 4. 5. 4. 4	23	4	7	25	46	10	6	10	11	142
5. 4. 4. 5. 4. 5	1	2	1	1	—	—	3	—	—	8
5. 4. 4. 5. 5. 4	—	—	—	—	2	—	1	—	—	3
5. 4. 4. 5. 5. 5	—	2	—	—	—	—	—	—	—	2
5. 4. 4. 6. 4. 4	1	5	—	1	3	1	1	—	1	13
5. 4. 4. 6. 4. 5	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
5. 4. 4. 7. 4. 4	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
5. 4. 5. 4. 4. 4	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
5. 4. 5. 4. 5. 4	—	—	—	1	—	—	—	—	1	2
5. 4. 5. 4. 5. 5	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
5. 5. 0. 5. 5. 5	—	—	—	—	2	—	—	—	—	2
5. 5. 1. 5. 4. 4	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
5. 5. 1. 5. 5. 5	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
5. 5. 2. 5. 3. 3	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
5. 5. 2. 5. 4. 4	1	—	—	—	—	—	1	—	—	2
5. 5. 2. 5. 5. 5	—	—	1	—	1	—	2	1	—	5
5. 5. 3. 5. 3. 3	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
5. 5. 3. 5. 3. 4	—	1	—	—	—	—	1	—	—	2
5. 5. 3. 5. 3. 5	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
5. 5. 3. 5. 4. 4	—	—	1	2	2	—	4	1	2	12
5. 5. 3. 5. 4. 5	—	3	—	—	—	—	—	—	—	3
Übertrag	896	1092	883	1831	2647	895	1525	682	1751	12203

Diagramm	Da	We	Du	Wo	Sch	Kst	Ma	Nd	So	
Übertragen	896	1092	883	1881	2647	895	1525	682	1751	12203
5.5.3.5.5.4	—	—	—	1	—	—	—	1	—	2
5.5.3.5.5.5	3	2	1	1	7	—	1	1	—	16
5.5.3.6.4.4	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
5.5.4.3.5.5	1	—	1	—	—	—	—	—	—	2
5.5.4.4.4.4	—	—	1	1	—	—	—	—	—	2
5.5.4.5.3.4	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
5.5.4.5.3.5	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
5.5.4.5.4.4	7	1	3	5	48	10	34	10	12	130
5.5.4.5.4.5	1	1	—	—	—	—	3	—	—	5
5.5.4.5.5.4	1	—	—	1	—	1	2	—	—	5
5.5.4.5.5.5	15	1	4	4	3	33	10	19	6	95
5.5.4.5.6.5	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2
5.5.4.6.4.4	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1
5.5.4.6.4.5	2	—	—	—	—	—	—	—	—	2
5.5.4.6.5.5	1	—	—	—	—	—	1	—	—	2
5.5.5.5.4.4	—	—	—	—	—	1	—	—	1	2
5.5.5.5.4.5	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1
5.5.5.5.5.3	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
5.5.5.5.5.4	—	—	—	—	1	—	1	—	—	2
5.5.5.5.5.5	14	1	3	5	62	24	20	10	12	151
5.5.5.5.6.5	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1
5.5.5.6.5.5	—	—	—	—	—	3	—	—	—	3
5.6.5.6.5.5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
5.7.7.7.7.7	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
6.4.1.5.4.4	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
6.4.2.4.4.4	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
6.4.3.5.4.4	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
6.4.4.4.4.4	12	1	1	—	40	3	17	15	7	96
6.4.4.4.4.5	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
6.4.4.5.4.4	1	—	—	—	6	2	1	—	—	10
6.4.4.6.4.4	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
6.5.0.4.4.4	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
6.5.0.5.5.5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
6.5.1.5.4.5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
6.5.1.5.5.5	—	—	—	—	1	—	1	—	—	2
6.5.1.6.4.5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
6.5.2.5.4.4	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
6.5.3.4.5.4	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
6.5.3.5.4.4	—	—	—	—	2	—	—	—	—	2
6.5.3.5.4.5	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
6.5.3.5.5.5	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
Übertrag	959	1099	897	1849	2824	974	1620	739	1794	12755

Diagramm	Da	We	Du	Wo	Sch	Kst	Ma	Nd	So	
Übertragen	959	1099	897	1849	2824	974	1620	739	1794	12755
6. 5. 4. 4. 4. 4	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
6. 5. 4. 5. 4. 4	—	—	—	—	2	—	2	2	1	7
6. 5. 4. 5. 4. 5	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
6. 5. 4. 5. 5. 4	—	—	—	—	2	—	—	—	—	2
6. 5. 4. 5. 5. 5	1	—	—	—	3	—	1	—	1	6
6. 5. 4. 6. 4. 4	1	—	—	—	1	—	—	—	—	2
6. 5. 5. 5. 5. 5	—	—	—	1	15	1	3	2	2	24
6. 6. 4. 6. 4. 6	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
6. 6. 4. 6. 5. 4	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
6. 6. 5. 6. 5. 5	—	—	—	—	4	—	—	—	—	4
6. 6. 5. 6. 6. 6	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
6. 6. 6. 6. 6. 6	—	—	—	—	1	—	—	—	2	3
7. 4. 4. 4. 4. 4	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
7. 4. 5. 6. 5. 5	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
7. 5. 4. 5. 4. 4	—	—	—	—	2	—	—	—	—	2
7. 5. 4. 5. 5. 5	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
7. 6. 5. 6. 5. 5	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
7. 6. 5. 6. 6. 6	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
7. 6. 4. 6. 4. 6	1	—	—	—	1	—	—	—	—	2
7. 8. 8. 10. 9. 10	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
	962	1100	897	1850	2864	975	1627	743	1800	12818

Alternative Modifikationen bei Schmetterlingen.

II. Mitteilung.

Von Fritz Lenz.

(Eingegangen 25. Januar 1918.)

Ich habe im vorigen Jahre in dieser Zeitschrift über Erfahrungen berichtet, welche ich mit Puppen des Schwalbenschwanzes, *Papilio machaon* L. gemacht habe. Das Ergebnis war, daß die gelbgrüne und die grau-weiß-schwarz gestreifte Form der Puppe nicht der Ausdruck zweier verschiedener Biotypen sind, sondern daß es sich um alternative Modifikationen durch äußere Einflüsse handelt. Ich hatte nun im Sommer 1917 noch einmal Gelegenheit, Schwalbenschwanzraupen einzusammeln und zu züchten, und ich habe diesmal meine Versuche auf die Frage nach der Art der äußeren Einflüsse und dem Zeitpunkt ihrer Einwirkung eingestellt.

Ich erhielt im ganzen 49 grüne Puppen, 40 grau-weiß-schwarze und 6 Übergänge. Auffällig ist gegenüber dem Ergebnis des Vorjahres die größere Zahl der Übergänge, welche sich jedoch aus den anderen Versuchsbedingungen erklärt. Wenn man das Resultat zunächst summarisch nach der Verteilung der beiden Formen an Stielen und Flächen betrachtet, so zeigt sich, daß an Stielen 93% grüne und nur 7% graue aufgehängt waren, daß dagegen an Flächen sich 40% grüne und 60% graue fanden. Während die grauen von der Gesamtzahl 42% ausmachten, waren sie an Stielen verhältnismäßig sechsmal seltener. Dieses Ergebnis entspricht durchaus dem, das ich im Jahre 1906 erzielte. Damals machten die grauweißen 36% der Gesamtzahl (183) aus, an dünnen Stielen dagegen nur 8%. Ähnlich hatte ein mir bekannter Sammler 47% grauweiße unter einer Gesamtzahl von 526 Puppen, an dünnen Stielen dagegen nur 6%.

Diese Zahlen lassen zwar eine ausgesprochene Beziehung zwischen Farbe und Zeichnung der Puppe einerseits und Gestalt des Aufhängungs-ortes andererseits erkennen; über die wirksamen Faktoren der Modifikationen aber sagen sie uns so gut wie nichts. Das wird erst anders, wenn man meine Versuche von 1917 einzeln verfolgt. Da sind zunächst 18 Tiere, welche als Raupen in vollem Tageslicht an der Futterpflanze unter einem umgestülpten Glase gezüchtet worden waren und auch nach ihrer Aufhängung zur Verpuppung an dünnen Stielen voll dem Lichte ausgesetzt blieben. Diese 18 lieferten ausnahmslos lebhaft gelbgrüne Puppen, ganz wie ich das im Sommer 1916 gefunden hatte. Man kann also sagen: Schwalbenschwanzraupen, welche sich an dünnen Stielen zur Verpuppung aufhängen und vorher wie nachher dem vollen Tageslichte ausgesetzt sind, liefern die grüne Form der Puppe. Eine zweite Gruppe von 9 Stück, welche als Raupen in hellem Licht gelebt hatten, setzte ich unmittelbar nach ihrer Aufhängung an dünnen Stielen in eine dunkle Schachtel; sie lieferten gleichwohl sämtlich grüne Puppen, die von der vorigen Gruppe nicht zu unterscheiden waren. Verdunkelung nach einmal erfolgter Anspinnung an Stielen ändert also den Typus der Puppe nicht mehr, obwohl die eigentliche Verpuppung, d. h. die Abstreifung der Raupenhaut erst mehrere Tage nach der Aufhängung zu erfolgen pflegt. Eine weitere Gruppe von 26 Raupen setzte ich kurz vor der Anspinnung in eine dunkle Schachtel, nachdem sie vorher in vollem Lichte gelebt hatten. Diese waren nunmehr gezwungen, sich alle an den Wänden der Schachtel anzuspinnen. Diese im Dunkeln an Flächen aufgehängten Raupen lieferten 14 grüne und 14 graue Puppen sowie zwei von Übergangscharakter. Schließlich hielt ich eine Gruppe von 19 Raupen schon vor ihrer Aufhängung einige Zeit dunkel und ließ sie dann sich in einer Schachtel im Dunkeln an der Wand anspinnen. Von diesen lieferten nur noch 3 grüne Puppen, während 16 grau wurden; von diesen 16 waren übrigens 6 nach der Aufhängung wieder abgefallen, weil sie von anderen Raupen gestört waren; diese 6 lieferten am Boden liegend graue Puppen.

Es ist also ganz offensichtlich, daß das Licht die ausschlaggebende Rolle bei der Entscheidung der Alternative: Grüne oder graue Puppe? spielt. Das sensible Stadium für diese entscheidende Einwirkung des Lichtes liegt aber bereits vor der Anspinnung, wahrscheinlich in der letzten Zeit vor dieser, wenn die Raupe sich einen Aufhängungsort zur Verpuppung sucht. Meine im vorigen Jahre ausgesprochene Vermutung hat sich somit experimentell bestätigt. Auf diese Weise ist auch mein

Ergebnis von 1906 ohne weiteres mit denen von 1916 und 1917 vereinbar. Die spinnreife Raupe sucht sich tatsächlich ihren Aufhängungs-ort nach ihrer Färbungstendenz; denn daß eine Beziehung zwischen Farbe der Puppe und Form des Aufhängungsortes besteht, ist unverkennbar. Diese Färbungstendenz aber ist nicht erblich, sondern wird durch die Lichtverhältnisse vor der Aufhängungszeit entschieden. Erblich ist nur die Fähigkeit, je nach dem Licht entweder in der einen oder in der andern Richtung zu reagieren. Und in dieser doppelten Möglichkeit der Formgestaltung liegt die eigentliche Anpassung der Schwalbenschwanzpuppe. Dadurch kommt es zustande, daß die grünen Puppen an Zweigen Blattknospen, die grauen an Rinde und Steinen Teilchen von diesen gleichen. Jene Möglichkeit wird besonders in der Sommergeneration, diese in der Wintergeneration realisiert entsprechend den verschiedenen Lichtverhältnissen und dem verschiedenen Erhaltungswert der beiden Formen im Sommer und Winter.

Im Juni 1917 fand ich zum erstenmal einige Raupen der schwerer auffindbaren und offenbar selteneren ersten Generation. Ich erhielt von diesen acht Puppen, fünf an Stielen aufgehängte grüne und drei an der Kastenwand aufgehängte graue.

Ein besonders schlagendes Resultat erhielt ein Bekannter, dem ich im Sommer 1917 einige Schwalbenschwanzraupen abgegeben hatte; er scheint ohne die Absicht eines Experimentes die zweckmäßigste Versuchsanordnung getroffen zu haben, indem er die Raupen in einer schmalen, flachen Schachtel züchtete, die oben durch eine Glasplatte verschlossen war und mit einem Ende gegen das Fenster zu gestellt wurde. An der vom Fenster abgewandten Schmalwand hingen sich sieben Raupen auf, die sämtlich graue Puppen lieferten, an der dem Fenster zugekehrten Schmalwand acht, die sämtlich grüne Puppen gaben. Da die Schachtel sehr flach war, waren die gegen das Fenster zu aufgehängten Raupen alle von der Bauchseite belichtet, während die am andern Ende aufgehängten Raupen von der Bauchseite beschattet waren. Das Ergebnis reiht sich also meinen Befunden ausgezeichnet ein. Bemerkenswert ist noch, daß sich keine einzige Raupe an den viel größeren Längsseiten aufgehängt hatte; die Belichtung von einer Seite her entspricht anscheinend nicht dem Ortswahlinstinkte der Raupen. An den schmalen Endwänden dagegen entstand ein solches Gedränge, daß mehrere Raupen sich an schon fertigen Puppen aufhängten. Von den grünen Puppen hing sogar an einer dieser zweiten Puppen noch eine dritte. Die an andern hängenden Puppen (drei grüne und zwei graue) hatten

sämtlich dieselbe Farbe wie die Puppen, an denen sie hingen. Von dem Ergebnis habe ich mich übrigens selbst überzeugt.

Mit einigen Worten möchte ich noch auf die erwähnten Übergänge eingehen. Diese Raupen waren teils schmutzig grün mit dunklerer Schattierung, teils grau mit eingesprengter, grüner Zeichnung, teils grünlich gestreift mit weißlichen Stellen. Sie entstehen offenbar unter unbestimmten und wechselnden Verhältnissen. So erwähnte ich schon zwei Übergänge in jener Gruppe, wo die Raupen sich im Dunkeln anspannen, nachdem sie vorher im vollen Licht gelebt hatten. Am meisten Übergänge kamen in einer kleinen Gruppe von vier Raupen zur Beobachtung, die vor der Anspinnung wie nachher im Halbdunkel gehalten wurden; hier resultierten drei Übergänge und eine graue Puppe. In einer ähnlichen Gruppe von fünf Raupen, die vorher halb dunkel und nachher ganz dunkel gehalten wurden, gab es je zwei graue und zwei grüne Puppen und einen Übergang. Außer diesen Mittelformen wurden auch noch solche Puppen beobachtet, die zwar mit Sicherheit einer der beiden alternativen Modifikationen eingeordnet werden konnten, die aber nicht sehr ausgesprochen in Farbe und Zeichnung waren. So waren drei grüne Puppen von matter Farbe und von den grauen sogar 11 Stück. Diese mattgrauen hatten auch weder jenen ausgesprochenen grauschwarzen Rückenstreif noch die beiden grauweißen Seitenstreifen, die sonst die grau-weiß-schwarz gestreifte Form auszeichnen. Bemerkt möge noch werden, daß sowohl alle Übergänge als auch diese nicht sehr ausgesprochenen Stücke alle an Flächen und keine an Stielen aufgehängt waren.

Ich habe in meiner vorigen Mitteilung gesagt, daß der Dimorphismus der Schwalbenschwanzpuppen auf „reiner Modifikation“ beruhe. Dieser Ausdruck will mir nachträglich nicht mehr ganz glücklich erscheinen. Die beiden alternativen Reaktionsmöglichkeiten sind natürlich erblich angelegt; nur ihre Realisation in der einen oder in der andern Richtung stellt eine Antwort auf äußere Einflüsse dar und ist nicht erblich. Der Dimorphismus ist also einerseits durch idioplasmatische, andererseits aber auch durch äußere Faktoren bedingt. Der Dimorphismus als alternative Reaktionsmöglichkeit ist erblich, die einzelne der beiden Formen aber eben darum nicht erblich. Die Sache liegt also ganz ähnlich wie bei dem bekannten Beispiele Baur's, wo die *Primula sinensis rubra* bei niedriger Temperatur rote und bei höherer weiße Blüten bildet. Der Fall der Schwalbenschwanzpuppen lehrt nur insofern noch etwas Besonderes, als er zugleich die Erhaltungsgemäßheit der alternativen

Reaktionsmöglichkeiten verstehen läßt und so zugleich deren selektive Erklärung möglich macht, wie ich in meiner ersten Mitteilung gezeigt habe.

Im Anschluß an meine Erfahrungen mit Schwalbenschwanzpuppen hatte ich auch andere Dimorphismen bei Schmetterlingen in den Kreis meiner Betrachtung gezogen. So hatte ich vermutet, daß die beiden Formen der Weinschwärmerraupen nicht als solche erblich seien, sondern ebenfalls auf Modifikation beruhen. Ich habe nun inzwischen gesehen, daß diese Frage schon ein Jahr vorher durch Zuchtversuche von Prof. Harry Federley in Helsingfors entschieden worden ist und zwar in dem von mir vermuteten Sinne (vergl. das Referat in dieser Zeitschrift¹⁾). Federley erhielt sowohl von Eltern aus der grünen als auch der schwarzbraunen Raupenform Nachkommen der schwarzbraunen Form. Bei dieser Gelegenheit möchte ich einen Irrtum richtigstellen, der mir in meiner vorigen Mitteilung passiert ist. Ich hatte angegeben, daß man in der Zucht von *Deilephila elpenor* L. regelmäßig Raupen erhalte, die in der Jugend grün seien und in den letzten Stadien schwarzbraun würden, daß dagegen die von *Deilephila porcellus* L. von Jugend an braun seien. Diese letztere Angabe trifft nicht zu, wie ich mich inzwischen durch Zuchtversuche überzeugt habe. Auch die *porcellus*-Raupe ist in der Jugend regelmäßig grün, um später braun zu werden. Richtig ist aber, daß sie auch im Freien fast ausnahmslos braun wird, während die *elpenor*-Raupe in einem erheblichen Prozentsatz auch erwachsen grün gefunden wird. Entscheidend sind sicher die ändern Lichtverhältnisse im Freien gegenüber der Zimmerzucht. Die *porcellus*-Raupe lebt an Stauden von *Galium verum* auf freien Wiesen und verbirgt sich im erwachsenen Zustande bei Tage regelmäßig am Boden. Sie würde an den gelben Stauden sowohl in ihrer grünen als in ihrer braunen Form auffallen. Die *elpenor*-Raupe dagegen lebt an den viel größeren Stauden von *Epilobium angustifolium* und *hirsutum*, meist im Walde oder in Gebüsch. Zwischen dem Gewirr von großen grünen und meist auch dünnen Blättern mit allen Lichtern und Schlagschatten des Waldes findet auch die grüne Form ausreichenden Schutz.

Federley geht in seinen Betrachtungen ebenso wie ich von Weismann aus. Während ich aber zu einer Bestätigung des Kerns der Weismannschen Lehre komme, läßt Federley auf Grund seines ganz analogen Materials das „Weismannsche Hypothesengebäude“ zu-

¹⁾ Dieser Band S. 215.

sammenbrechen. Zuzugeben ist ja, daß Weismann bei seinen Hypothesen zu sehr die ausgebildeten Eigenschaften als erblich nahm, wie ich bereits in meiner vorigen Mitteilung bemerkte. Andererseits aber scheint mir auch Federley über das Ziel hinauszuschießen, wenn er meint, daß die beiden Phänotypen der Raupen „bei der Evolution der Art keine Rolle spielen“, weil sie zu demselben Biotypus gehören. Die Möglichkeit des Dimorphismus ist eben doch erblich bedingt, und eben darum findet die natürliche Auslese eine Handhabe, die zugrunde liegenden Reaktionsmöglichkeiten gegenüber ändern zu erhalten, d. h. zu Anpassungen zu stempeln. Es handelt sich ja nicht um eigentlich direkte Anpassungen, wie sie der Lamarckismus behauptet, sondern auch diese Antworten auf Außeneinflüsse liegen innerhalb der ererbten Anpassungsbreite der Art; es handelt sich also auch hier letzten Endes um indirekte (ererbte, selektive) Anpassung. Die betreffende alternative Reaktionsmöglichkeit ist irgendwann einmal als Mutation (durch Idiokinese) entstanden zu denken und durch Naturzüchtung ausgebreitet. Federley glaubt einen Widerspruch zur Lehre von der Anpassung durch Selektion darin finden zu können, daß die Weinschwärmer-raupen zum großen Teil schon nach der dritten Häutung, wo sie noch an den Blättern sitzen, die schwarzbraune Farbe annehmen. Ich glaube aber, daß daran die künstlichen Verhältnisse der Zucht schuld sind. Ebenso wie man in der Zucht viel ausschließlicher im erwachsenen Stadium schwarzbraune Raupen erhält als im Freien, so tritt offenbar der Farbwechsel von Grün zu Schwarz in der Zucht mit ihrer viel geringeren Lichtintensität öfter schon in einem früheren Stadium ein als im Freien. In dunkler Umwelt stellt eben die dunkle Farbe die Anpassung dar, in heller die grüne. Ich sehe daher auch keinen Gegensatz zwischen der selektionistischen und der experimentell genetischen Forschung, sondern halte dafür, daß die eine die andere zu ergänzen berufen ist.

Wenn man das von Federley und mir beigebrachte Material zusammenfassend überblickt, so kommt man zu dem Schlusse: Wo bei Schmetterlingen sich ausgeprägte Dimorphismen der Raupen und Puppen finden, da erfolgt die Entscheidung im allgemeinen durch äußere Einflüsse, unter denen das Licht die Hauptrolle spielt. Wo aber ausgesprochene Dimorphismen der Imagines beobachtet werden, da wird die Alternative in der Regel durch Mendelsche Spaltung entschieden.

Referate.

Haenicke, A. 1916. Vererbungsphysiologische Untersuchungen an Arten von *Penicillium* und *Aspergillus* (mit 1 Tf. u. 11 Abb. i. Text). Ztschr. f. Botanik 8, S. 225—343.

Die Verf. verfolgte ein doppeltes Ziel: die Wirkung äußerer Faktoren auf die Variabilität von Fadenpilzen festzustellen und den Zusammenhang zwischen konstanten und nicht vererbungsfähigen Veränderungen zu ermitteln. Was den ersten Punkt betrifft, so bringen die Ergebnisse nichts prinzipiell Neues. Sie schließen sich eng an die Ergebnisse der Bakterienversuche, die den Lesern der Ztschr. bekannt sind, an; nur daß sie die noch wenig untersuchte Klasse der Fadenpilze heranziehen. Verschiedene *Aspergillus*- und *Penicillium*-arten wurden Veränderungen der Nährlösung, (Konzentration und Giftzusatz) und der Temperatur unterworfen. Das Resultat waren morphologische (Färbung), physiologische (Ansäuerung der Nährlösung durch die Stoffwechselprodukte, Sauerstoff- und Eisenbedürfnis, Temperatur- und Giftempfindlichkeit) und zytologische Veränderungen. Die wirkliche Ursache der Veränderungen konnte nicht ermittelt werden: der Experimentator hat das Auftreten der Umschläge nicht in der Hand; es erfolgt ebenso wie die Rückschläge zur Stammform durchaus „launenhaft“ und war bei einander sehr nahestehenden Formen oft ganz verschieden; manche Formen widerstanden jedem Eingriff, so neben einem Stamm von *Pen. glaucum*, neben *Pen. luteum* und *Aspergillus ochraceus* auch *A. fuscus* und *cinnamomeus*, die Ref. seinerzeit (vgl. ds. Ztschr. 8, S. 1) aus *A. niger* gewonnen hatte und die die Verf. auf diese Weise zum Rückschlag zur Stammform zwingen wollte. Den Formen *fuscus* und *proteus* stellen sich hier zwei ähnliche Typen, *fuscoides* und *proteoides* zur Seite, von den ersten durch die Art des Auftretens sowie in physiologischer und zytologischer Hinsicht abweichend.

Diese stark variable Form *proteoides*, sowie das Eintreten der Rückschläge legten den Gedanken einer Heterokaryose nahe. Ohne hierfür Anzeichen zu liefern, führten die darauf zielenden zytologischen Untersuchungen an *Aspergillen* zu dem interessanten Ergebnis, daß die Arten sich untereinander und die Varianten sich von der Stammform zytologisch so scharf unterscheiden, daß man diese Unterschiede wohl für ihr verschiedenartiges Verhalten verantwortlich machen kann. Ob nicht dagegen die Rückschläge, insbesondere die für *proteus* so sehr charakteristischen nach bestimmter Zeit eintretenden mit Heterokaryose — Entmischung von *proteus* und typischen Kernen — zu erklären sind, bedürfte noch der Untersuchung. Welcher Art die zytologischen Unterschiede sind, mögen einige Beispiele zeigen.

Es haben bei der Sporenkeimung:

- A. *niger* 8 kleine Kerne, echte Karyosomkerne mit Karyosom und hyaliner Kernaftzone (im Myzel viele solcher Kerne),
- A. *protoides* 2 Kerne (Myzel 4 Kerne),
- A. *proteus* 4 Kerne,
- A. *fusoides* viele kleine Kerne, wie typische *niger*-Kerne,
- A. *fuscus* 1 Kern mit mehreren Karyosomen, ohne hyaline Kernaftzone,
- A. *cinnamomeus* 1 Kern mit mehreren Karyosomen, ohne hyaline Kernaftzone.

Was endlich die Konstanz der Varianten betrifft, so wurde eine ganze Reihe von Abstufungen beobachtet, von sofortigem Rückschlag bis zu (völliger?) Konstanz durch 40 Generationen. Die Verf. beantwortet die zweite aufgeworfene Frage daher in dem Sinne, daß sich die Erscheinungen weder unter den Begriff der Modifikation noch den der Mutation ordnen lassen; sie glaubt vielmehr, der Begriff der Mutation werde überhaupt von hier aus einer Revision unterzogen werden können. Es ist aber kein wohl Zweifel mehr, daß in dem Maße, als man das Hauptgewicht bei dem Mutationsbegriff auf die Erblichkeit einer neuen Eigenschaft legt, dieser Begriff bei den höheren Organismen ein fest umschriebener geworden ist. Dagegen nehmen die Bakterien insofern einen eigenen Platz ein, als bei ihnen infolge mangelnder Sexualität über Erblichkeit oder Nichterblichkeit nicht zu entscheiden ist, wie das an dieser Stelle schon wiederholt betont ist. Ihnen werden wir daher diejenigen höheren Organismen anreihen, bei denen die sexuelle Fortpflanzung fehlt, ohne dabei zu vergessen, daß man die „Dauermodifikationen“ ebenso gut in Parallele zu den gleichartigen erblich konstanten Variationen setzen kann, die man bei nächstverwandten Organismen mit sexueller Fortpflanzung (Paramecium, Phycomyces) kennt. Es bleibt somit dem Geschmacke des Experimentators überlassen, welche Analogie er bevorzugt.

E. Schiemann.

Siemens, H. W. Biologische Terminologie und rassenhygienische Propaganda. Arch. Rass. u. Ges. Biologie 1917. S. 257.

Der raschen Entwicklung der Vererbungswissenschaft im letzten Jahrzehnt entspricht eine heillos konfuse Terminologie. Der Fachmann findet sich freilich immer durch, zumal wenn in schwierigen Fällen durch beigefügten Autornamen gesagt wird, in welchem Sinne irgend ein Terminus gebraucht wird. Sehr schwer findet sich dagegen der Anfänger oder der Laie zurecht, und aus diesem Grunde schlägt Siemens eine neue einheitliche Nomenklatur vor. Die neuen Termini sind im wesentlichen die folgenden: Bewirkung einer erblichen Änderung durch Außeneinflüsse, d. h. Auslösung einer Mutation in der von mir gebrauchten Terminologie soll Idiokinese heißen. Das Resultat einer Idiokinese ist eine Idiovariation, auf diesem Wege entstandene abweichende Individuen sind Idiovarianten. Entsprechend wird die Erzeugung einer Modifikation in meiner Terminologie als Parakinesis, das Resultat einer Parakinesis als Paravariation, einzelne Individuen werden als Paravarianten bezeichnet. An Stelle des Wortes Vererbung im biologischen Sinne soll der Terminus Idiophorie treten. Für „Nachwirkung“ einer Paravariation auf spätere Generationen wird das Wort Paraphorie vorgeschlagen. An Stelle des Wortes „Gen“ oder „Erbinheit“ soll der Terminus Idiophor gebraucht werden. Als Bezeichnung für den Träger der erblichen Unterschiede soll das Wort Idioplasma beibehalten werden. An Stelle des Terminus Genotypus soll Idiotypus, an Stelle von Phaenotypus Paratypus treten.

Die ganze Terminologie ist logisch und leicht verständlich, aber ob durch ihre Einführung viel gewonnen wird, ist eine andere Frage. Nutzen würde die Terminologie nur stiften, wenn wenigstens diejenigen Biologen, mit deren theoretischen Grundanschauungen die neuen Termini übereinstimmen, sie — gemäß einer Vereinbarung etwa — annehmen und weiterhin ausschließlich gebrauchen. Ich selbst wäre nicht abgeneigt, ich habe mich bisher aber absichtlich gehütet, neue Termini einzuführen, nicht weil ich die alten für gut halte, sondern weil unsere theoretischen Vorstellungen eben doch noch immer sehr veränderlich sind, und Begriffe, die uns heute klar und fest geschlossen scheinen, sich vielleicht bald ändern oder auflösen werden. Da ist es vielleicht besser, für die veränderten Begriffe auch die alten Termini in neuem Sinne zu gebrauchen. Es lohnt nicht recht, neue Namen zu machen.

Bedenken im einzelnen habe ich gegen den Terminus Idiophor = Gen, Erbinheit. Was wir unter „Gen“ oder „Erbinheit“ eigentlich verstehen, ist nirgends klar definiert. Benutzen wir die von Siemens vorgeschlagenen übrigen neuen Termini für eine Definition, dann ist Erbinheit, Gen = ein als Einheit mendernder Unterschied zwischen zwei Idiotypen. Dafür ist aber Idiophor kein glücklich gewähltes Wort. Baur.

Siemens, H. W. Die biologischen Grundlagen der Rassenhygiene und der Bevölkerungspolitik. München (J. F. Lehmann) 1917. kl. 8°. 80 S. 8 Fig. i. T.

Das kleine Buch ist als Werbeschrift für rassenhygienische Bestrebungen geschrieben, und man kann nur wünschen, daß es als solche in die weitesten Kreise gelange. Es ist ein Unglück, daß im allgemeinen schon unsere Mediziner und erst recht die Soziologen, Volkswirtschaftler und Historiker so gänzlich jeder biologischen Schulung bar sind, und es ist sehr schwer, diesen völligen Laien auch nur die einfachsten Grundbegriffe klar zu machen. Das Siemenssche Buch wird da viel Nutzen stiften. Es gibt scharf umrissen und folgerichtig aufgebaut eine Darstellung der wichtigsten Tatsachen und Gesetze der Vererbungswissenschaft und zieht die Folgerungen für die sozialen Auslesevorgänge bei den Kulturvölkern (Ausmerzungen des besten Erbgutes). Siemens führt in dem Büchlein seine neue Terminologie¹⁾ streng durch. Das bedeutet für den Anfänger auf diesem Gebiet sicher eine Erleichterung des Verständnisses und ist insofern sicher von Nutzen, zumal die alten Bezeichnungen immer auch angegeben sind. Ganz interessant ist, daß alle Fachausdrücke auch verdeutscht sind und zwar durchweg sehr gut verdeutscht. Wer weiß, wie sehr in gemeinverständlichen Vorträgen über Vererbungslehre die Hörer oft über Wörter wie heterozygotisch und dergl. stolpern, wird für manche von den neuen Wortbildungen dankbar sein.

Baur.

Overton, J. B. Artificial Parthenogenesis in *Fucus*. Science 1913, 37 II, S. 841—844.

Die Arbeit schließt sich den Loebischen Versuchen mit Seeigel-Eiern an. Weibliche Pflanzen von *Fucus vesiculosus* wurden sorgfältig in Süßwasser gewaschen, um etwa anhaftende Spermatozoiden zu töten und jede Befruchtungsmöglichkeit zu verhindern und dann 1½—2 Minuten lang in 50 ccm

¹⁾ Siehe das vorhergehende Referat.

Seewasser und 3 ccm 0,1 m (Molar Lösung?) Essig-, Butter- oder auch andere Fettsäure gebracht. Die so behandelten Eier bildeten in großer Zahl (etwa ein Viertel der vorhandenen) innerhalb ca 10 Minuten eine Zellwand aus in ähnlicher Weise wie nach Befruchtung. Durch Plasmolyse konnten die Wände gut sichtbar gemacht werden. Nicht befruchtete und nicht mit Lösung behandelte Eier gehen bald zugrunde. — Wenn die parthenogenetisch zur Zellwandbildung gebrachten Eier 30 Minuten lang in hypertonisches Seewasser (8—10 ccm 2,5 M NaCl oder KCl auf 50 ccm Seewasser) gelegt und dann wieder in normales Seewasser zurückgebracht werden, so geht die Entwicklung weiter. Fast alle Eier mit Membran werden birnenförmig und zeigen eine rhizoide Vorstülpung. Am nächsten Morgen ist dann die Rhizoidzelle durch eine Wand von der Mutterzelle getrennt und auch in dieser haben eine oder mehrere Teilungen stattgefunden. In gut durchlüfteten Kulturen entwickeln sich die Keimlinge wie die aus befruchteten Eiern. Mit Erfolg wurden behandelte Eier zum Wachstum auf Austernschalen gebracht, und Verf. schlägt vor, derartige Kulturen zur weiteren Entwicklung der Pflanzen ins offene Wasser zu geben. Diese bis zur Geschlechtsreife gebracht, würde für das noch nicht beobachtete Verhalten des Zellkerns wichtig sein, da die parthenogenetisch entwickelten Keimlinge ja wahrscheinlich nur haploide Chromenzahl haben.

Außer mit Fettsäuren wurden Versuche mit verschiedenen anderen, auf die Zelle wirkenden Substanzen gemacht, aber keine übte einen ähnlich starken Reiz auf Membranbildung und Entwicklung aus. Verf. glaubt, daß die Beteiligung der Säure am Zustandekommen der Zellwand des unbefruchteten *Fucus*-Eies eine ähnliche ist, wie man sie beim tierischen Ei für wahrscheinlich hält. Demnach wird durch die Säure die Durchlässigkeit des äußeren Plasmas erhöht und es können Stoffe austreten, die im umgebenden Seewasser zur Membran erhärten.

E. Stein.

Tschermak, E. v. Über den gegenwärtigen Stand der Gemüsezüchtung. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung IV, 1916, S. 65—104.

Der Verf. gibt „einen kurzen Überblick über die wichtigeren praxiszüchterischen Arbeiten auf dem Gebiete der Gemüsezüchtung“. Es werden die folgenden Gemüsearten erwähnt: Gartennöhre, Pastinake, Petersilie, Schwarzwurzel, Sellerie, Rote Rübe, Zwiebel, Radies, Rettich, Kraut-Kohl, Wirsing, Rosenkohl, Blätterkohl, Blumenkohl, Kohlrabi, Kohlrübe, Wasserrüben, Salat, Rhabarber, Erbse, Fiole, Gurke, Melone, Kürbis, Tomaten, Spargel und Spinat. Bei den meisten Sorten wird hauptsächlich Massenauslese getrieben, bei den Erbsen, Fisolen, Melonen, Kürbissen und Tomaten wird aber mit modernen Methoden (Individualauslese, Bastardierung) gearbeitet und damit sind auch schöne praktische Erfolge erzielt worden. Wegen der Einzelheiten muß auf das Original verwiesen werden.

H. Rasmuson, Hilleshöj, Landskrona.

White, O. E. 1916. Inheritance studies in *Pisum*. Amer. Naturalist 50, p. 530—547.

Bekanntlich spaltet die Kotyledonenfarbe bei *Pisum* (nach Mendel und den vielen späteren Versuchen) bei Kreuzung von Sorten mit gelben und grünen Kotyledonen im Verhältnis 3:1 mit Dominanz von gelb.

Bei Kreuzungen mit der Sorte „Goldkönig“ mit gelben Kotyledonen fand der Verf. das umgekehrte Verhältnis, nämlich bei Kreuzung mit grün

in F_1 grüne Kotyledonen, in F_2 1 gelb:3 grün. Goldkönig mit einer der andern gelben Saaten gekreuzt gab gelbe F_1 , in F_2 aber spalteten 3 grüne unter 16 Deszendenten ab. Es liegt hier also ein zweiter Typus der gelben Kotyledonenfarbe vor, ein rezessives Gelb. Zur Erklärung dient folgende Formulierung: Alle Sorten besitzen den Faktor für gelbe Farbe, Y; die grünen haben daneben den Faktor für grün G, der epistatisch gegen Y ist; die dominant gelben besitzen außer G einen Faktor I, der bei der Reife grün in gelb umwandelt; den rezessiv gelben fehlen diese beiden Faktoren: die Konstitutionsformeln sind demnach:

gelb dominant	Y G I,
gelb rezessiv	Y g i,
grün	Y G i.

Damit läßt sich sowohl die einfache Spaltung 3:1 bei der bekannten Kreuzung von dominant gelb \times grün erklären, als auch die umgekehrte Spaltung in 1 gelb:3 grün aus rezessiv gelb \times grün, als endlich das Verhältnis 13 gelb:3 grün aus dominant gelb \times rezessiv gelb.

Die zu erwartende Spaltung für F_3 ist berechnet, die Versuche in Aussicht gestellt.

E. Schiemann.

Surface, F. M. 1916. A note on the inheritance of eye pattern in beans and its relation to type of vine. Amer. Naturalist 50, p. 577—586.

v. Tschermack hatte scheckig⁶ Bohnen als Heterozygoten aus der Kreuzung zweier Sorten mit und ohne „Augen“zeichnung erhalten und die Spaltung auf einen Faktor zurückgeführt. Analog gingen aus der Kreuzung einer fast genau zum Viertel gelbgefärbten mit einer durch eine charakteristische Zeichnung an der Nabelseite gekennzeichneten Sorte in F_1 Schecken hervor, die in F_2 im Verh. 8 Schecken:8 = P_1 :4 = P_2 wiederkehrten. Bifaktorieller Vererbung mit der Spaltung 9:3:4 widerspricht das Verhalten der F_3 ; der Verf. nimmt daher an, daß neben dem Faktor für die „ganze“ Zeichnung I ein letaler Faktor L vorhanden ist, der bei Homozygotie nicht lebensfähige Zygoten erzeugt; dann fällt von vier „ganz“ gezeichneten je eine Zygote aus und man erhält, statt 1:2:1, 3 ganz gezeichnete:8 Schecken:4 mit kleiner Zeichnung. Das Material entstammt Spontanbastardierungen, auf deren Ursprung aus einer erst in F_1 vorliegenden künstlichen Kreuzung geschlossen wird. Anhangsweise folgt eine vorläufige Mitteilung über Koppelung von Buschbohnenhabitus mit der kleinen Zeichnung am Nabel.

E. Schiemann.

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin W 35

Neubearbeitete 3. Auflage

Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie

von **Professor Dr. Eug. Warming** und **Professor Dr. P. Graebner**.

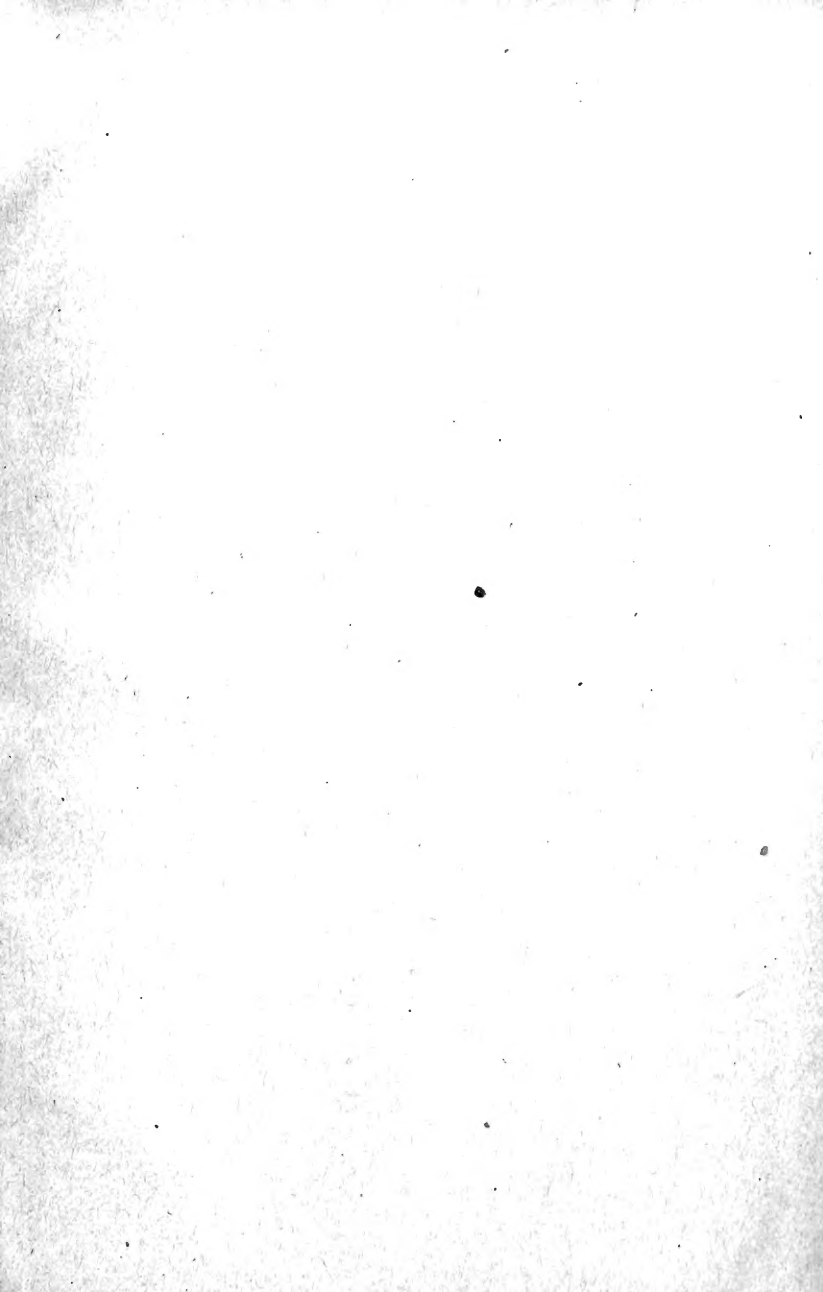
Dritte, gänzlich neu bearbeitete und stark vermehrte Auflage

Mit 395 Textabbildungen

Geheftet 80 Mk., gebunden 92 Mk., 50 Pfg.

Das 1895 in Dänemark erschienene Werk von Warming „Plantesamfund“ hat auf die Entwicklung der Pflanzengeographie einen bedeutenden Einfluß ausgeübt. Die beiden ersten Auflagen der deutschen Bearbeitung sind vergriffen, und es war in der Zeit, als eine dritte Auflage in Angriff zu nehmen. Der geübte, aber korpulente und sonstig noch verständlich rastige Verfasser hat daher sich diesmal selbst an der Herausgabe dieser dritten Auflage, die insoweit eine ganz neue Physiognomie erhalten hat, als die ein außerordentlich reiches und gut ausgewähltes Illustrationsmaterial beigegeben ist. So dürfte diesmal ein Werk zustande gekommen sein, das weite Kreise interessieren und für lange Zeit grundlegend sein wird.

Ausführliche Verlagsverzeichnisse kostenfrei





New York Botanical Garden Library



3 5185 00289 1958

